

MESG
MESTRADO EM ENGENHARIA
DE SERVIÇOS E GESTÃO

**Contribuições para a melhoria na gestão de um inventário
intermédio: o caso da folha preparada em embalagens metálicas**

Ricardo Manuel Carneiro Amorim Janeiro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Jorge Pinho de Sousa

Orientador na COLEP: Engenheiro José Carlos Soares



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

2014-06-16

Resumo

No decorrer destas últimas décadas, a produção industrial tem vindo a sofrer transformações a tornar-se cada vez mais complexa, o que levou à necessidade de encontrar novas soluções e práticas que levassem a melhoria do desempenho das organizações, a nível mundial. Com o surgir das novas metodologias *Lean*, no início do século XX, as empresas têm vindo a desenvolver estratégias de gestão interna, de modo a reduzir os seus custos e aumentar a sua eficiência.

Porém, para uma gestão interna eficiente, são necessários alcançar objetivos, que exigem um trabalho árduo e vigoroso, o que aumenta a probabilidade de insucesso. Esta é uma das principais problemáticas das empresas, pelo que produz efeitos negativos no que toca ao principal foco de qualquer modelo de negócio: a resposta ao cliente.

É neste contexto, que surge este projeto, e que tem como principal objetivo, a contribuição para o aumento da eficiência do Setor da Impressão, da empresa em estudo. Atualmente este setor defronta grandes dificuldades, devido à complexidade do processo de produção, o que traz repercussões negativas para os restantes processos da empresa e inclusive, para o próprio cliente.

Neste presente relatório, é realizada uma caracterização ao problema principal e ao caso da gestão de inventários intermédios. Para a resolução do caso, foi realizada uma análise por classes e foram estudados e testados Métodos Quantitativos de Previsão e Modelos Estocásticos e Determinísticos de Gestão de Inventários.

Palavras-chaves: gestão de inventários, modelos de previsão, planeamento da produção, sistemas de controlo de inventários.

Contributions to the management improvement of an intermediary inventory: the case of the prepared tinfoil

Abstract

During the last decades, the industrial production, has passed through many transformations and has become more and more complex. These transformations led companies, to the need of new solutions and practices, in order to achieve a better performance, in this world of competitiveness.

With the appearance of the new Lean methodologies, in the beginning of 20th Century, most organizations focused in the development of internal management strategies, in order to be able to reduce their costs and increase their efficiency.

However, to achieve an efficient internal management, it is required an hard and vigorous work, which increases the probability of having a failure. This is one of the major problems, of most companies in these days, and it crops negative outcomes, when speaking about the main focus of every business model: the customer.

It is in this context, that this project emerges, which the main goal is to contribute to the efficiency improvement of the printing sector of the studied company. Currently, this sector faces enormous difficulties, due to the complexity of the production process. This creates a negative effect to the subsequent production sectors of the organization and including to the customer itself.

In this report, it's given a characterization of the main problem and the intermediary inventory management case. It is also shown, the analysis made, during this project, using Forecasting Methods and Inventory Stochastic and Deterministic Methods.

Keywords: inventory management, forecasting methods, production planning, inventory controlling systems..

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de deixar um agradecimento a todos os meus familiares, e em especial à minha mãe, pelo seu carinho, amor e apoio; aos meus avós, pela paciência, persistência e ternura; aos meus tios, pelo apoio e afeto; aos meus primos, pelo apoio e pelos bons momentos proporcionados.

Aos meus amigos mais próximos, pela sua amizade e pelo constante incentivo e apoio, e em especial à melhor amiga pela sua lealdade e persistência.

Aos meus colegas de curso, pelo suporte e bons momentos proporcionados, durante estes anos académicos.

A toda a equipa da Colep, pela boa receção e acolhimento, e em especial ao meu orientador Eng. José Carlos Soares, pela orientação, interesse e simpatia; à Ana Gomes, ao José Carlos Oliveira e à Rita Casal pela boa disposição e bondade; à Eng. Raquel Miranda pelo suporte fornecido ao longo do projeto; ao Aires Ferreira, ao Diogo Lopo e ao Rui Coutinho pela disponibilidade e dedicação; aos meus colegas estagiários pelos bons momentos e apoio proporcionado neste estágio.

Ao Professor Jorge Pinho de Sousa pela sua disponibilidade, suporte e orientação fornecida no decorrer deste projeto/estágio.

A todos os docentes da Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Mestrado de Engenharia em Serviços e Gestão, pelos conhecimentos partilhados e pelo suporte proporcionado ao longo destes

Obrigado a todos.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Âmbito	1
1.2	Apresentação da empresa	1
1.3	O problema genérico	2
1.4	Objetivo do trabalho	2
1.5	Metodologia do trabalho	3
1.6	Estrutura do relatório	3
2	Metal packaging da COLEP	4
2.1	Processo produtivo da Metal Packaging	4
2.2	Processo de impressão	6
2.3	Supply chain e o planeamento da produção	8
3	O caso da folha preparada	11
3.1	O projeto da aderência ao plano da litografia	11
3.2	A folha preparada	12
3.3	A falta de folha preparada	13
3.4	Planeamento da folha preparada	13
3.8	Conclusões e limitações encontradas	21
4	Enquadramento teórico	24
4.1	Introdução à gestão de <i>stocks</i>	24
4.1.1	Modelos estocásticos	27
4.1.2	Modelos determinísticos	29
4.2	Introdução à previsão da procura	30
4.2.1	Modelos de previsão	31
5	Abordagem adotada	33
5.1	Segmentação dos artigos	33
5.2	Análise dos artigos de 1º grau	33
5.3	Seleção dos métodos de previsão	36
5.4	Avaliação dos métodos de previsão	40
5.5	Estudo de sistemas de controlo de inventários	40
6	Caso prático	42
6.1	Classificação dos artigos por classe	42
6.2	Recolha e tratamento dos dados	45
6.3	Análise dos dados	45
6.4	Verificação da tendência	46
6.5	Verificação da sazonalidade	47
6.6	Ensaio dos modelos de previsão	50
6.7	Avaliação dos modelos de previsão	54
6.8	Gestão de <i>stocks</i>	55
6.9	Apreciação dos resultados	59
7	Conclusão do trabalho	61
7.1	Contribuições para a empresa	61
7.2	Conclusões finais e propostas de trabalho futuro	62

8 Bibliografia.....	65
ANEXO A: Descrição dos processos do Planeamento da Folha Preparada.....	1
ANEXO B: Análise de Correlação para verificação da tendência.....	1
ANEXO C: Análise de Autocorrelação para verificação de sazonalidade.	2
ANEXO D: Método de Média Móvel Simples	3
ANEXO E: Método de Amortecimento Exponencial Simples	4
ANEXO F: Método de Amortecimento Exponencial Duplo	5
ANEXO G: Método de Holt-Winters: Análise Mensal.....	6
ANEXO H: Método de Holt-Winters: Análise por Estações do Ano.....	7
ANEXO I: Método de Holt-Winters: Análise Bimestral	8
ANEXO J: Método de Holt-Winters: Análise Trimestral	9
ANEXO K: Otimização dos parâmetros de amortecimento, através da ferramenta Solver.....	10
ANEXO M: Cálculo de Stock de Segurança e Ponto de Encomenda.	11
ANEXO N: Cálculo da quantidade económica a encomendar.....	12
ANEXO O – Ferramenta de apoio à decisão utilizada pelo planeador.....	13
ANEXO P – Ferramenta de sugestão de folha preparada.....	14
ANEXO Q: Dados de consumo extraídos do SAP.....	15
ANEXO R: Consumo mensal da folha preparada standard + alternativa.	16
ANEXO S: Consumo semanal da folha preparada <i>standard</i> + alternativa	17
ANEXO T: Análise de Pareto aos códigos de folha preparada standard, segundo os critérios de rotação e consumo.....	18

Índice de Figuras

Figura 1 - Criação de Valor da Colep. (fonte: Colep)	1
Figura 2 - Áreas de Produção da Fábrica de Embalagens Metálicas.....	4
Figura 3 - Processos Core da Produção	4
Figura 4 - Bobina de folha-de-flandres (à esquerda) sujeita ao corte primário na linha de corte (Littell, à direita). (Fonte: Colep)	5
Figura 5 - Folha Cortada F1 (à esquerda) e Folha Litografada (à direita). (fotografias do autor)	5
Figura 6 - Cúpulas e Corpo (à esquerda) e Aerossóis completos (à direita).	6
Figura 7 - Processo de Pré-impressão. (Fonte: Colep)	7
Figura 8 - Processo de Envernizamento (à esquerda) e Linha de Envernizamento (à direita). (Documento da empresa e fotografia do autor)	7
Figura 9 - Processo de impressão <i>offset</i> . (Fonte: Colep)	8
Figura 10 – Estrutura de um código de Aerossol (AE) e do seu respetivo corpo (BD-AE). (Fonte: Colep).....	10
Figura 11 – Explosão de necessidades do MRP para um código de um Aerossol (AE) e o respetivo corpo (BD-AE). (Fonte: Colep)	10
Figura 12 - Diagrama de Ishikawa e identificação de causas.....	11
Figura 13 - Exemplo de preparação de folha com branco esmalte. (fotografia do autor)	12
Figura 14 - Fluxograma da tomada de decisão do Planeador do Corte.....	16
Figura 15 - Proposta de ordem de preparação de folha (nova OL).	18
Figura 16 - Consumo do período homólogo dos últimos meses.	19
Figura 17 - Proposta de reposição de stock.	19
Figura 18 - Estado atual do Planeamento e Produção.	23
Figura 19 - Estado ideal do Planeamento e Produção.	23
Figura 20 - Tipos de Stock. (Fonte: Waters, 2003)	Erro! Marcador não definido.
Figura 21 - Exemplo de curva de Pareto.	27
Figura 22 - Exemplo de revisão contínua de stocks. (Fonte: Waters, 2003).....	28
Figura 23 - Exemplo de revisão periódica de stocks. (Fonte: Waters, 2003).....	29
Figura 24 - Etapas para implementação de um Modelo de Previsão. (Fonte: Almada-Lobo, 2014).....	30
Figura 25 - Fases do desenvolvimento do projeto.....	33
Figura 26 - Criação de lag de amplitude $k=1$ e $k=2$. (Fonte: Makridakis, 1989).....	35
Figura 27 - Amostra da análise de Pareto aos códigos de fprep <i>standard</i> , segundo o número de ordens.	42

Figura 28 - Amostra da análise de Pareto aos códigos de fprep <i>standard</i> , segundo o consumo mensal.....	43
Figura 29 - Classificação final dos códigos de fprep <i>standard</i>	43
Figura 30 - Exemplo de Série com Tendência Crescente.....	47
Figura 32 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, com significância estatística.	48
Figura 33 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, sem significância estatística.	49
Figura 34 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, a uma série sem sazonalidade.....	49
Figura 35 - Média Móvel Simples a uma série estacionária e sem sazonalidade.....	51
Figura 36 - Amortecimento exponencial simples a uma série estacionária e sem tendência. ..	52
Figura 37 - Amortecimento Exponencial Duplo a uma série com tendência e sem sazonalidade.....	53
Figura 38 - Análise HW: Mensal (canto superior esquerdo), Bimestral (canto superior direito), por Estações (canto inferior esquerdo) e Trimestral (canto inferior direito), a um código com sazonalidade.....	54
Figura 39 - Análise do consumo semanal, implementada na ferramenta atual do Planeador. .	62

Índice de Tabelas

Tabela 1- Representação do Planeamento e Produção Semanal da Folha Litografa.....	14
Tabela 2 - Exemplo prático da decisão do planeador.....	22
Tabela 3 - Valores mínimos de $ r $	35
Tabela 4 - Códigos de FPrep existentes com classificação final de A.	44
Tabela 5 - Divisão dos códigos de folha preparada por família.	46
Tabela 6 - Observações finais da análise de tendência e sazonalidade.	50
Tabela 7 - Desvio médio percentual para os códigos, em cada método de previsão.....	55
Tabela 8 - Custos de <i>Setup</i> das linhas de envernizamento.	57
Tabela 9 - Custos de posse unitária da folha preparada. CPU - Custo de Posse Unitário; CAU - Custo de Armazenamento Unitário	57
Tabela 10 - Quantidade económica a encomendar para o mês seguinte.	58
Tabela 11 - Resultados de stock de segurança e ponto de encomenda.....	59

Lista de Abreviaturas

F PREP - Folha preparada

F1 – Folha cortada

AE – Aerossol

BD – Corpo da embalagem

BT – Fundo da embalagem

LD – Tampo da embalagens

MRP – Material Requirement Planning

ERP – Enterprise Resource Planning

MTO – Make to Order

MTS – Make to Stock

MMS – Média Móvel Simples

AES – Amortecimento Exponencial Simples

AED – Amortecimento Exponencial Duplo

HW – Holt-Winters

ST – Standard

OPI – Ordem Planeada

OP – Ordem de Produção

OL – Ordem de Litografia

1 Introdução

1.1 Âmbito

Neste documento, está redigido o trabalho desenvolvido, em ambiente empresarial, e que se insere no âmbito do projeto de conclusão de curso, do Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto descrito neste relatório, desenrolou-se no Departamento de Supply Chain, da empresa Colep, SA, e teve como objetivo, a contribuição para a melhoria do processo de gestão de um inventário intermédio, na área do Planeamento.

1.2 Apresentação da empresa

A Colep, SA é uma empresa multinacional portuguesa, pertencente ao Grupo RAR, desde 2001. Atualmente ocupa uma posição de liderança no mercado mundial de produtos de higiene pessoal, cosmética, higiene do lar e de parafarmácia de venda livre. A Colep é também líder europeu no desenvolvimento, formulação e enchimento de produtos (contract manufacturing) dos segmentos acima mencionados, líder ibérico na produção de embalagens metálicas industriais e um dos maiores fornecedores europeus de aerossóis.



Figura 1 - Criação de Valor da Colep. (fonte: Colep)

Fundada em 1965, em Vale de Cambra, pelo Engº Ilídio Leite de Pinho, começou por ser uma pequena oficina com uma a atividade laboral de fabrico de embalagens metálicas, e veio a estender o seu negócio para novas áreas, como o Contract Manufacturing. Desde então, a Colep tem-se mostrado, uma empresa em crescimento, alastrando-se para países como Espanha, Alemanha, Brasil e Polónia.

Atualmente, em Portugal a empresa está dividida em três áreas de negócio:

- *Metal Packaging* - produção de aerossóis, embalagens industriais e alimentares;
- *Plastic Packaging* - produção de embalagens de plástico;
- *Product Supply Group* - desenvolvimento, formulação e enchimento de produtos.

1.3 O problema genérico

Atualmente, o setor de Litografia da Divisão de Embalagens Metálicas, demonstra uma incapacidade de responder aos requisitos da empresa, apresentando indicadores de desempenho com valores bastante reduzidos em comparação com outros setores de produção. Este baixo desempenho é um problema que suscita um impacto negativo noutras áreas da Empresa, como por exemplo, nos setores de Montagem e Estampagem que muitas vezes têm que aguardar pela chegada de folha litografada, para continuar a produção; na própria Logística Interna da Empresa, pela dificuldade no manuseamento dos stocks; na área do *Supply Chain*, pela dificuldade em corresponder a produção às necessidades do cliente, em combinar e planear a variedade de trabalhos nas várias linhas da Litografia, em reduzir custos devido aos exagerados e desproporcionados tempos de *changeovers* nas máquinas; no próprio *shop floor* da Litografia pelo excesso de trabalhos em espera de serem impressos, pela grande variedade de trabalhos, de quantidades relativamente reduzidas, que provocam uma necessidade de realizar mais *changeovers* com um consequente aumento de custos, etc.

Resumindo, esta porção da fábrica, defronta atualmente um excesso acentuado de produção relativamente aos restantes setores, tendo sido designado como o “*Bottleneck*” da empresa. A falta de capacidade e a grande necessidade de responder à alta exigência dos clientes, desenvolveu uma complexidade de processos que despertou a preocupação especial por parte das chefias de vários departamentos da Organização.

Foi então que surgiu um projeto, designado de “Aderência ao Plano na Litografia”. Este surgiu na área do Planeamento, do departamento do *Supply Chain*, derivado deste conjunto de fatores que dificultam a produção em relação ao que está planeado para produzir.

1.4 Objetivo do trabalho

Este trabalho, surgiu com o principal objetivo, de compreender quais os fatores que implicam o baixo desempenho deste setor de impressão, analisá-los, e procurar soluções para os mesmos, tendo em conta as inúmeras restrições existentes.

No enquadramento desta análise surge o caso da gestão de inventários da folha preparada, que será descrito, ao longo do relatório. No contexto deste problema, foram definidos os seguintes objetivos para decorrer do projeto:

- análise de novos métodos de gestão de inventários;
- proposta de um novo método de gestão.

1.5 Metodologia do trabalho

A metodologia utilizada neste projeto, passa por um processo de análise de melhorias a serem implementadas, na gestão de inventários intermédios da folha preparada. Para estudar esta problemática foram utilizadas abordagens como:

- **Análise e Modelação de Processos** – Esta abordagem foi utilizada, de modo a desenhar o desenrolar dos processo que envolvem a produção da folha preparada, e mais facilmente identificar problemas;
- **Métodos Estocásticos e Determinísticos de gestão de inventários** – Esta abordagem foi utilizada, para confrontar o atual método de gestão de inventários do material em causa, e propor uma nova metodologia de gestão.
- **Métodos Quantitativos de Previsão** – Esta abordagem foi utilizada, de modo a promover uma gestão mais eficiente.

1.6 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido e estruturado do seguinte modo:

- **Capítulo 1** – Neste capítulo, é feita uma breve e geral apresentação da empresa onde se desenrolou o projeto, e o âmbito do mesmo. Também são descritos os objetivos de trabalho e as metodologias usadas;
- **Capítulo 2** – No segundo capítulo, é realizada uma apresentação mais detalhada da Divisão de Embalagens Metálicas da empresa, onde decorreu o projeto. Nesta apresentação, é enunciado o processo produtivo da indústria e da litografia e a área do planeamento da cadeia de abastecimentos, visto que estão relacionados com o trabalho desenvolvido;
- **Capítulo 3** – Neste terceiro capítulo, são introduzidos: o caso de estudo da falta de folha preparada, como este surgiu, e quais as causas que influem este problema;
- **Capítulo 4** – Neste capítulo, é realizado uma revisão bibliográfica às abordagens da gestão de inventários e da procura;
- **Capítulo 5** – O quinto capítulo, consiste na estruturação do trabalho desenvolvido e apresentação teórica das abordagens adotadas;
- **Capítulo 6** – Neste capítulo, é relatado o estudo prático do caso, sendo descrito como foi realizada a recolha e análise de dados, e os ensaios efetuados. No final deste capítulo é executada uma análise crítica aos resultados;
- **Capítulo 7** – No capítulo 7, estão enunciados algumas contribuições para a empresa ao longo do trabalho desenvolvido são apresentadas as principais conclusões do trabalho e propostas de trabalho futuro.

2 Metal packaging da COLEP

Neste capítulo, será descrita a divisão da organização onde se desenrolou o projeto, a *Metal Packaging Division*, e as principais áreas pertencentes à mesma, que tiveram uma ligação com o projeto desenvolvido.

A fábrica de embalagens metálicas, está dividida em três áreas principais, representados na Figura 2.

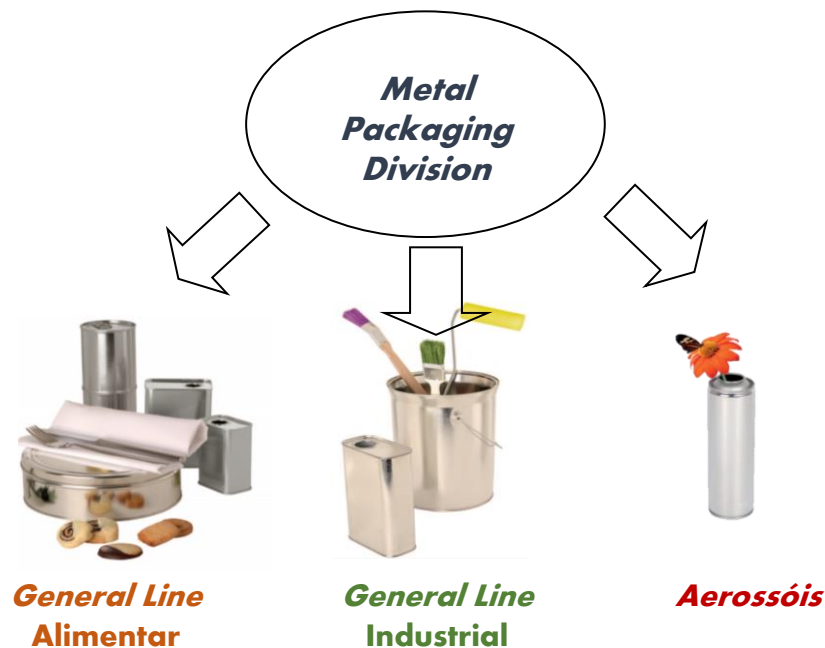


Figura 2 - Áreas de Produção da Fábrica de Embalagens Metálicas.

2.1 Processo produtivo da Metal Packaging

A principal matéria-prima utilizada, no fabrico de embalagens metálicas, é a folha-de-flandres, que se trata de um material laminado, composto por ferro e aço de baixo teor em carbono, revestido com uma camada superior e inferior de estanho. Também são utilizados outros materiais, como tintas, vernizes, borracha, etc.

A fábrica de embalagens metálicas encontra-se dividida em três principais processos *core*, representados na Figura 3 e descritos a seguir.

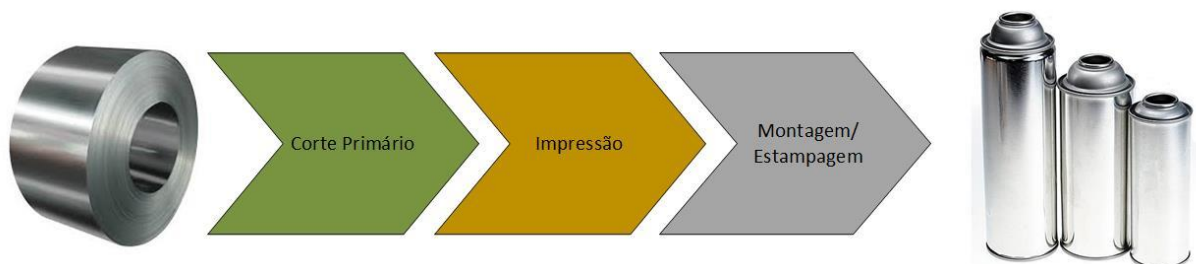


Figura 3 - Processos Core da Produção

Corte Primário

Depois da chegada da matéria-prima, aqui é onde se inicia o processo de fabrico. A folha-de-flandres entra num processo de corte, podendo ser um corte reto ou um corte “*scroll*”, consoante o tipo de embalagem e o tipo de peça a fabricar (Figura 4).



Figura 4 - Bobina de folha-de-flandres (à esquerda) sujeita ao corte primário na linha de corte (Littell, à direita). (Fonte: Colep)

Litografia

Este é o setor onde a folha-de-flandres é impressa, envernizada e sujeita a um corte secundário, de modo a estar pronta para produção, dos componentes da embalagem. O processo de Litografia, está dividido em três processos principais, que consistem na pré-impressão, envernizamento e impressão da folha. Esta é constituída por 8 linhas de produção, onde 3 são envernizadoras, 2 são convencionais e 3 são UV. Ambas as envernizadoras e as convencionais são sujeitas a um processo de secagem num forno, a cerca de 180°C, sendo que as restantes, apresentam um processo de secagem através de uma incidência de raios ultravioleta.

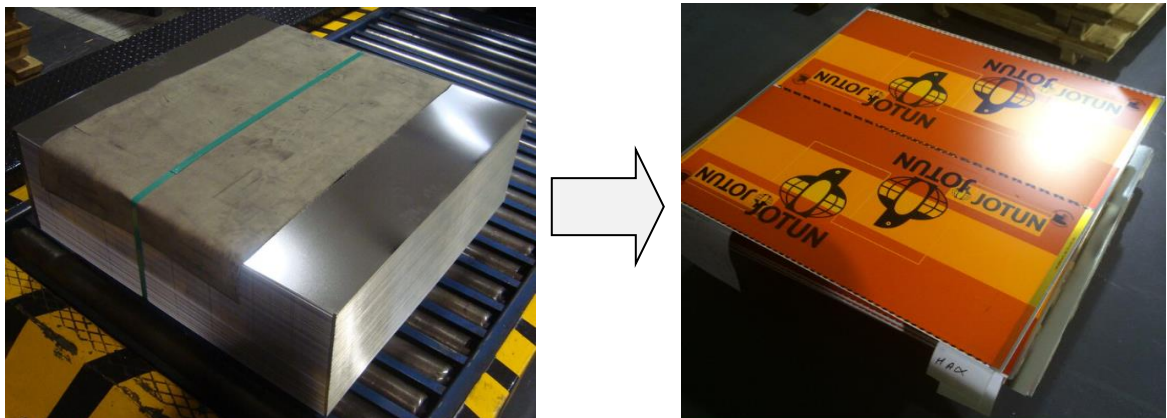


Figura 5 - Folha Cortada F1 (à esquerda) e Folha Litografada (à direita). (fotografias do autor)

Montagem e estampagem

Depois de a folha ser então impressa, esta segue para um processo de Estampagem, onde as cúpulas, fundos e tampos são produzidos, e de seguida para um processo de Montagem. De modo a que todos os componentes de uma embalagem, sejam unidos, primeiro recorre-se a soldagem do corpo, e em último lugar é feita a cravação dos fundos e cúpulas ao corpo. Este setor de Montagem está dividido em três linhas de produção: Linha de Aerossóis, *General Line Industrial* e *General Line Alimentar*.

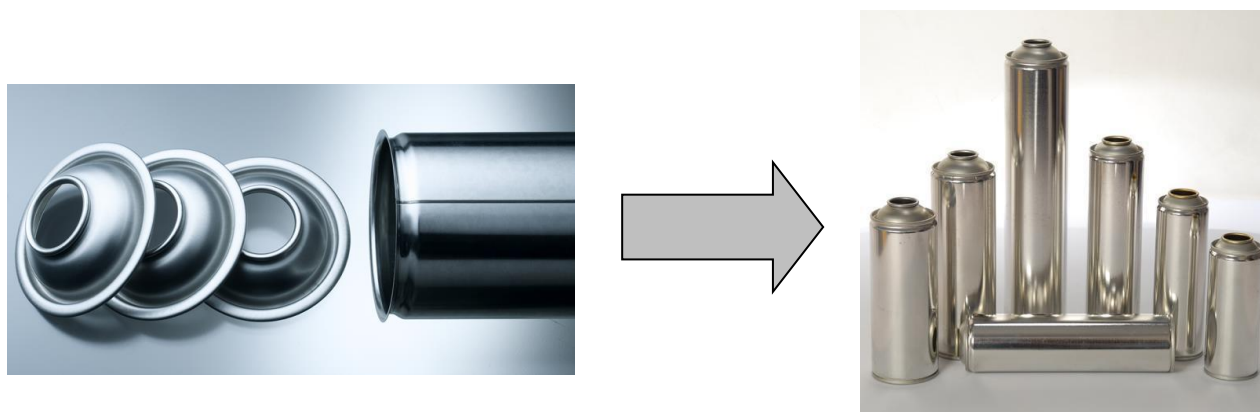


Figura 6 - Cúpulas e Corpo (à esquerda) e Aerossóis completos (à direita).

2.2 Processo de impressão

Sendo que projeto tem como objetivo contribuir para a otimização do processo do setor da Litografia, este passará a ser caracterizado.

O processo de impressão encontra-se distribuído em três processos: Pré-impressão, Envernizamento e Impressão da Folha.

Pré-impressão da folha

Esta é a fase de iniciação do processo de impressão. Nesta primeira etapa, a imagem a ser impressa na embalagem, é desenvolvida e trabalhada digitalmente. Este é um processo, onde a imagem é construída, a pedido do cliente e com requisitos específicos. No final a imagem, denominada de OPF, é enviada ao cliente e aguarda a aprovação. Depois de autorizada, a imagem passa a estar disponível para impressão.

Este processo assegura que a imagem seja criada com alta definição, de maneira a satisfazer as necessidades do cliente.

PRE-PRESS



Figura 7 - Processo de Pré-impressão. (Fonte: Colep)

Envernizamento

O Envernizamento está dividido em dois processos: Preparação da folha e o Envernizamento de Acabamento.

O primeiro consiste num envernizamento anterior à impressão, no exterior e/ou no interior da folha-de-flandres. O envernizamento exterior, trata-se de uma aplicação de uma ou mais camadas de verniz primário, para a aderência das cores ao corpo da embalagem. O envernizamento interno consiste na aplicação de um verniz com características químicas específicas para evitar a corrosão e o desgaste da lata.

O segundo é operado após o processo de impressão, e consiste numa aplicação de um verniz com a função de proteger as cores impressas na folha e evitar, também, um desgaste.

O Processo de Envernizamento é operado nas linhas convencionais de envernizamento.

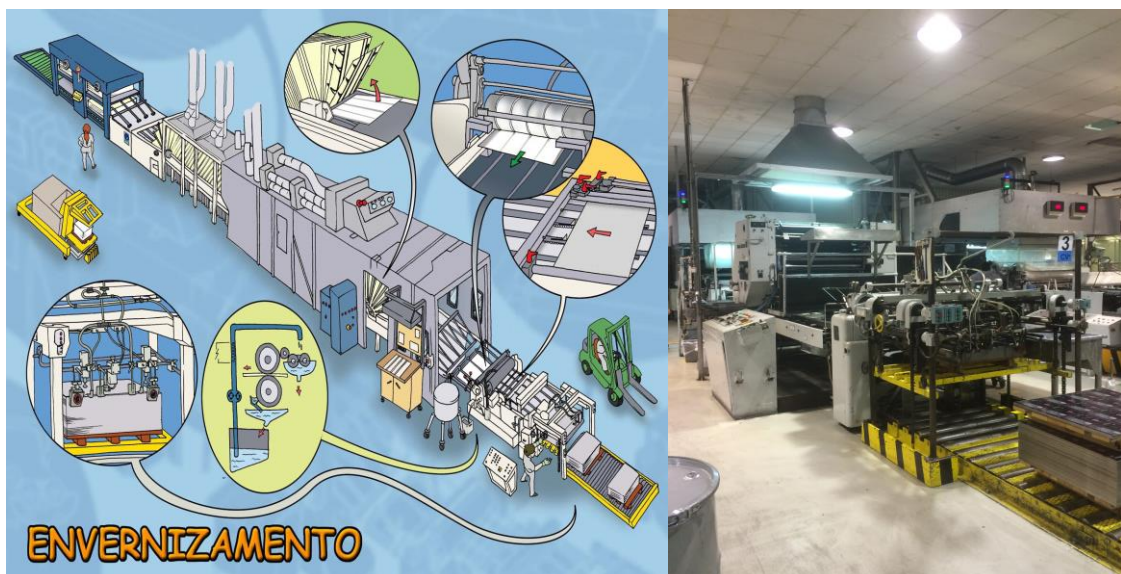


Figura 8 - Processo de Envernizamento (à esquerda) e Linha de Envernizamento (à direita).
(Documento da empresa e fotografia do autor)

Impressão da folha

O sistema de impressão assenta num processo *offset* de *printing*. Este é um dos processos mais utilizados pelas empresas gráficas, pelo que permite uma combinação de cores rápida, e com uma grande qualidade. Este trata-se de um método de transferência de tinta, que é fornecida por um depósito de abastecimento, através de um conjunto de rolos de borracha, designados de bateria, e transportada por uma Matriz (transporte humedecido). Finalmente atravessa um caucho e uma manta de lona forrada de borracha, até chegar à folha-de-flandres.

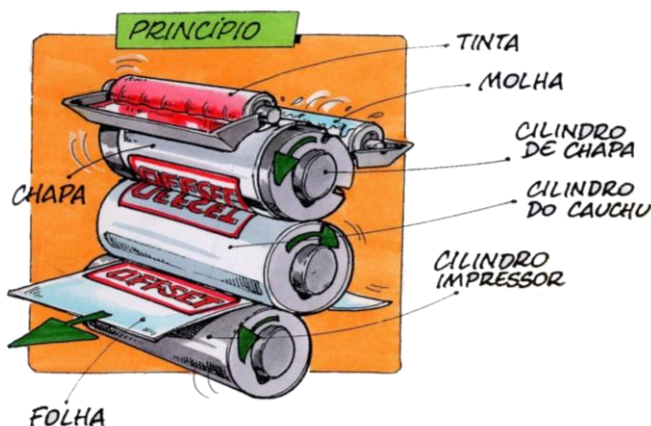


Figura 9 - Processo de impressão *offset*. (Fonte: Colep)

O processo de impressão é realizado, essencialmente em linhas UV. Existe uma linha de impressão convencional e outra mista (convencional e UV). As linhas UV, têm uma alta capacidade de trabalho, pelo que são capazes de imprimir mais de duas cores, numa só passagem, porém, estas têm relevado uma baixa eficiência por problemas técnicos e de qualidade, visto que estas linhas necessitam de condições atmosféricas específicas para um bom desempenho.

2.3 Supply chain e o planeamento da produção

A *Supply Chain* ou Cadeia de Abastecimentos, é um conceito que tem vindo a crescer no universo industrial, e consiste na interligação de três pilares fundamentais na construção de um modelo de negócio: Fornecedores, Produto e os Clientes.

Tal como muitas das empresas existentes no mercado, também a Colep apresenta esta Cadeia de Abastecimento.

O Departamento de *Supply Chain*, envolve os pilares acima descritos como os principais processos na sua criação de valor figura, pelo que está dividido em quatro áreas: Serviço ao Cliente, Planeamento, Relação com Fornecedores e Expedições.

O Planeamento da Produção, está inserido entre os processos core do Departamento da *Supply Chain*, e é responsável pelo balanceamento da produção, e conta com o suporte de uma equipa que se encontra encarregue do plano semanal de cada setor de produção, sendo a equipa repartida do seguinte modo:

- Planeamento da Litografia;
- Planeamento dos Aerossóis;
- Planeamento da General Line.

O principal objetivo do processo de planeamento é gerir a procura do cliente de modo a definir quais os requisitos de produção e de aquisição das matérias-primas. Este processo possui o suporte de um MRP, que automaticamente gere as necessidades e apresenta uma proposta de produção.

Funcionalidades do MRP

O MRP provém de uma das funções do ERP – sistema integrado de gestão empresarial - utilizado pela Colep, o SAP. Este sistema de ERP foi adquirido pela entidade, de maneira a usufruir de uma maior eficiência de controlo e gestão da informação.

Quando um artigo é registado no MRP, é-lhe atribuído um código que apresenta dois algarismos iniciais, que são gerais e descrevem o estado do artigo no processo produtivo, e cinco algarismos adicionais que atuam como identificativo. Os algarismos iniciais são divididos em:

- **61** – Representa a matéria-prima, ou seja, material que ainda não deu entrada no processo de produção;
- **51** – Todo o material que se encontra em processo de fabrico;
- **31** – Material acabado e aguarda envio ao cliente;
- **63** – Outros materiais requisitados;

Além destes algarismos, cada produto recebe uma descrição caracterizada por siglas. Alguns exemplos são:

- **F1** – folha cortada;
- **F PREP** – Folha preparada;
- **AE** – Aerossol;
- **BD-AE** - Corpo de aerossol;
- **BD-CY** – Corpo cilíndrico;
- **BD-TC** – Corpo retangular
- **LI-BT** – cúpulas;
- **LI-LD** – tampos;
- **LI-RG** – argolas.

Quando o código é registado na base de dados, no ERP, este apresenta uma estrutura, onde é possível encontrar todos os materiais e suportes associados à produção do material em causa, e a quantidade necessária para cada.

A estrutura é criada, para facilitar a gestão de inventários, pelo que sempre que surge uma necessidade de produção de material, o MRP, automaticamente, analisa a estrutura do artigo, verifica se existe stock do material necessário, e no final explode necessidades dos materiais em falta. Na Figura 10, é possível observar um exemplo da estrutura do material.

Processamento componentes: síntese componentes					Processamento componentes: síntese componentes				
Material	31-45743	AE 52x132 AUCHAN DEO MEN CRAZY 6123807			Material	51-49761	BD-AE 52x132 A.D.MEN CRAZY ES/PT6123807		
Centro produção	CLPP		Data-base inic.	14.07.2015	Centro produção	CLPP		Data-base inic.	10.07.2015
Qtd.da ordem	4,500	MIL	Data-base fim	21.07.2015	Qtd.da ordem	7,908	MIL	Data-base fim	17.07.2015
Síntese componentes					Síntese componentes				
Material	Denominação	Qtd.necessária	U...	A	Material	Denominação	Qtd.necessária	U...	A
51-49761	BD-AE 52x132 A.D.MEN CRAZY ES/PT...	4,500	MIL	C	51-44229	F1 833x813,2x0,18 D2,8/2,0 TS275	263,598	FOL	C
51-05106	BT 50 AE VI OU VE IN	4,500	MIL	C	51-44229	F1 833x813,2x0,18 D2,8/2,0 TS275	80,000	FOL	C
51-30764	TP 48 AE VI OU VE IN NV	4,500	MIL	C	61-00074	VRN.OURO 71KT408/5	2.554,284	G	C
61-10446	VRNZ PÓ VALSPAR VP 101	414,000	G	C	61-08834	VERNIZ PRIMÁRIO REF. XE001YA	1.209,924	G	C
61-10452	VRNZ COST. INT/EXT PPG 5020-802/B	137,970	ML	C	61-10961	VRN ACAB FI 132	1.850,472	G	C
61-10461	DILUENTE REF.TF-2007/C (61-10452)	49,275	ML	C	64-00629	CHAPAS SWORD ULT 30P6-1130-1200	4,000	UN	C
63-11812	PALETE 1200x800x144 LPR	1,503	UN	C	64-00395	CHAPAS 9415605 SWORD ULT 40P6-1030...	2,000	UN	C
63-01975	SEP.CRT C/LOGO 1200x800 (META)	12,033	UN	C	64-00395	CHAPAS 9415605 SWORD ULT 40P6-1030...	2,000	UN	C
63-10836	CANTOS EM CARTÃO 150X150X1200 ...	6,017	UN	C	64-00483	TINTA BRANCO ENTONAD REF71-010189-...	207,222	G	C
63-10988	PLANO TROQ C/200MM ABA 1220X82...	1,503	UN	C	64-00483	TINTA BRANCO ENTONAD REF71-010189-...	207,222	G	C
63-10832	MANGA 1280X440X440X0,10 MICROPE...	1,202	KG	C	64-00683	TINTA EO UV LARANJA SPX-40 606.807	14,820	G	C
63-10657	AGRAFES DUOFAST REF.50/14	31,500	UN	C	64-00664	TINTA EO AMARELO SPX-260 606.824	15,239	G	C
63-00473	FITA PP ADES.CT MANUAL 38MM	1,805	M	C	51-36683	UVG LARANJA	18,126	G	C
					51-47162	UV VERMELHO P485	2,681	G	C
					51-36426	UVG OURO SWORD ULT 30P6-1130-1200	148,871	G	C

Figura 10 – Estrutura de um código de Aerossol (AE) e do seu respetivo corpo (BD-AE). (Fonte: Colep)

Na Figura 11, está representada a explosão de necessidades, quando existe uma encomenda:

Lista de necessidades/estoque à(s) 12:33 hora(s)								Lista de necessidades/estoque à(s) 12:34 hora(s)							
Árvore de material ON								Árvore de material ON							
Material	31-45743	AE 52x132 AUCHAN DEO MEN CRAZY 6123807						Material	51-49761	BD-AE 52x132 A.D.MEN CRAZY ES/PT6123807					
Área MRP	CLPP	Colep Portugal, S.A.						Área MRP	CLPP	Colep Portugal, S.A.					
Centro	CLPP	Tipo de MRP	P3	Tipo material	31	Unidade	MIL	Centro	CLPP	Tipo de MRP	P3	Tipo material	51	Unidade	MIL
F.. Data	Elem...	Dados p/elemento MRP	Dta.repro...	E.. Entrada/Nec.	Qtd.disponível	Refugo		F.. Data	Elem...	Dados p/elemento MRP	Dta.repro...	E.. Entrada/Nec.	Qtd.disponível	Refugo	
30.06.2015	EstCen				12,382	0,000		30.06.2015	EstCen				0,000	0,000	
18.05.2015	Contr.	0040002860/000020/0...		16,772-	4,390-	0,000		15.07.2015	NecDep	31-45743		4,500-	4,500-	0,000	
02.07.2015	OrdCl	0001209940/000010/0...		2,992-	7,382-	0,000		15.07.2015	NecDep	31-45743		3,067-	7,567-	0,000	
21.07.2015	→	Fim horiz.planejame...				0,000		17.07.2015	→	Fim horiz.planejame...				0,000	
21.07.2015	OrdPla	0256220975/Dep.	18.05.2015	30	4,390	2,992-	0,110	17.07.2015	OrdPla	0256220977/Dep.		7,567	0,000	0,341	
21.07.2015	OrdPla	0256220976/Dep.	02.07.2015	30	2,992	0,000	0,075								

Figura 11 – Explosão de necessidades do MRP para um código de um Aerossol (AE) e o respetivo corpo (BD-AE). (Fonte: Colep)

3 O caso da folha preparada

3.1 O projeto da aderência ao plano da litografia

O projeto da aderência ao Plano da Litografia, reuniu várias equipas da Organização, entre elas, as equipas do Planeamento, da Programação, da Gestão e Controlo de Qualidade da Produção da Litografia. Este também contou com um suporte do Departamento da Melhoria Contínua, que teve como papel a orientação das equipas para a identificação dos problemas mais relevantes, pelo que foram utilizadas metodologias *Kaizen*.

Para a identificação dos fatores que implicam a baixa aderência ao plano, foi desenhado um Diagrama de *Ishikawa*, ilustrado na Figura 12, onde foram numerados os principais problemas e foram questionados os “5 Porquês”, de modo a investigar as causas que mais influenciam os problemas e a deliberar ações aos membros da equipa, com o fim de encontrar novas soluções.

A atribuição das tarefas para cada elemento da equipa, adveio de um Plano de Ações, construído pela mesma.

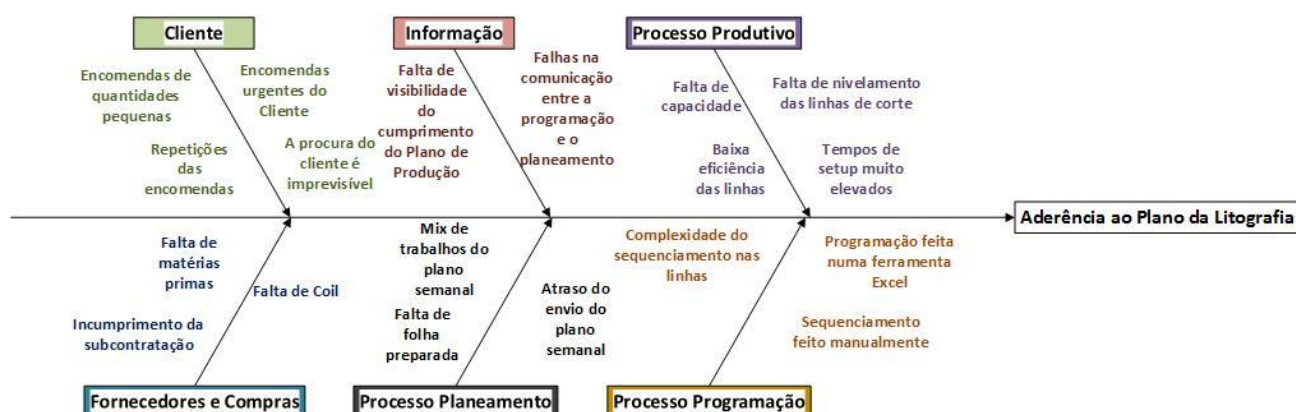


Figura 12 - Diagrama de Ishikawa e identificação de causas.

Alguns exemplos das causas são, a falta de matéria-prima, falta de capacidade, falhas de comunicação, fraco fluxo de informação, complexidade do planeamento e da programação da produção, e a grande variedade de trabalhos a produzir. Perante uma multiplicidade de problemas, juntamente com a restante equipa, foi acordado que o projeto estágio seria centralizado num dos problemas que apresentasse uma grande taxa de significância na otimização de custos da Empresa, e que em simultâneo se enquadrasse no âmbito do Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão. Concluiu-se então que o projeto iria ter seguimento na área do Planeamento, e seria relacionado com a “Falta de Folha Preparada”.

Nos próximos subcapítulos será esclarecido do que se trata a folha preparada, e como foi iniciada a análise ao problema da falta deste material.

3.2 A folha preparada

A folha preparada é toda a folha cortada e envernizada, armazenada em stock, que aguarda a impressão final. Este é denominado o ponto de desacoplamento do material, pelo que o armazenamento de folha preparada, serve para responder mais rapidamente às necessidades da Litografia e evitar ruturas de stock.

Todos os corpos, antes de serem litografados, necessitam de uma preparação da folha-de-flandres. A preparação da folha inclui o corte e o envernizamento da folha. Consoante o tipo de trabalho a ser produzido, deverão ser seleccionadas as dimensões do corte e as camadas de verniz que serão aplicadas no exterior e no interior da folha.

Os vernizes utilizados com mais frequência são o esmalte branco (Figura 13) e o verniz incolor. Ambos, tratam-se de vernizes primários, que são utilizados para a aderência das cores à folha. O esmalte branco é utilizado em cerca de 90% dos trabalhos litografados, pelo que apresenta um valor bastante significativo.

O interior da folha é revestido maioritariamente pelos vernizes ouro e pigmentado. Tal como foi indicado anteriormente na descrição do processo de envernizamento, os vernizes interiores são aplicados para evitar a corrosão e desgaste na folha-de-flandres. Estes vernizes não expõem um peso tão elevado na proporção de utilização, pelo que ambos representam cerca de 50% dos trabalhos litografados.

Porém, embora o uso destes vernizes apresente uma percentagem significativa, atualmente existem cerca de 200 distintos tipos de folha preparada, para os diversos tipos de embalagens a serem produzidos, pelo que é necessário uma gestão precisa e flexível dos inventários deste material, de modo a responder aos diferentes tipos de necessidades da Litografia.

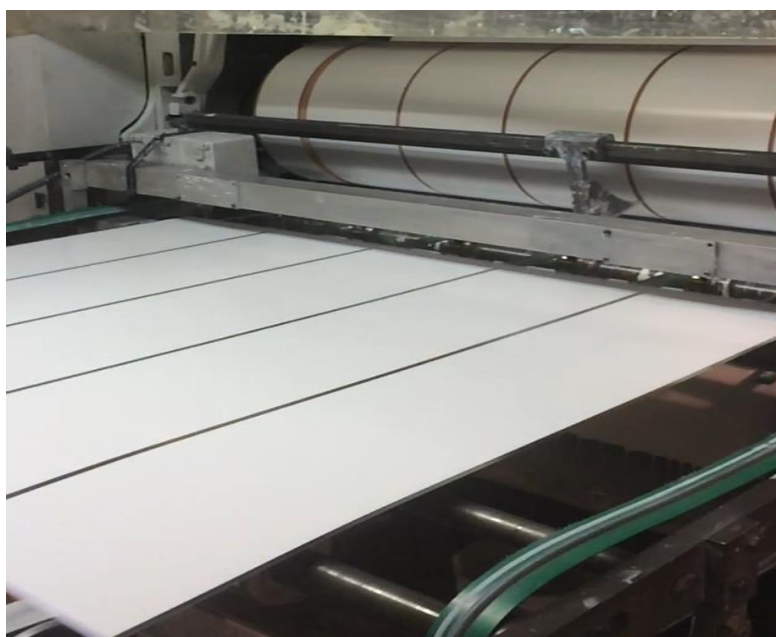


Figura 13 - Exemplo de preparação de folha com branco esmalte. (fotografia do autor)

3.3 A falta de folha preparada

Atualmente existem atrasos na impressão da folha, causados pela insuficiência ou demora de entrega da folha preparada. Inicialmente foi efetuada uma averiguação, de quais seriam as principais causas que influenciavam a existência deste problema. Esta investigação implicou uma abordagem geral ao problema, pelo que foram inquiridos todos os processos relacionados com a preparação da folha.

Nesta pesquisa, foram encontrados vários problemas, entre eles:

- falhas na qualidade;
- falhas no fluxo de informação;
- dificuldades para o planeador gerir eficientemente a produção da folha;
- etc.

Depois de uma avaliação a todos os problemas, juntamente com os responsáveis pelo projeto da “Aderência ao Plano da Litografia”, foram selecionados aqueles que geravam um maior impacto na falta de folha preparada. Deste estudo, concluiu-se que a falta de qualidade do material, não era muito significativa, e que muitas das falhas provinham de processos antecedentes, pelo que o foco do projeto nesta causa, não seria o mais indicado em relação aos restantes.

Comparando as restantes causas, concluiu-se que o projeto se desenrolaria no acompanhamento ao processo de gestão de produção, por parte do Planeamento. Esta decisão foi tomada, pelo fato do projeto ter o acompanhamento da equipa do Planeamento, e os colaboradores sentirem que o planeamento da produção comprometia a disponibilidade da folha, tendo sido encontrado aqui uma forte oportunidade de melhoria.

3.4 Planeamento da folha preparada

Diariamente, a equipa do planeamento verifica, em SAP, as necessidades de folha a ser impressa, e ordem a ordem vai construindo o seu plano de produção (Make to Order), no setor da Litografia, para semana seguinte. Quarta-feira de manhã, é concluído o plano de produção, pelo que da parte da tarde do mesmo dia (quarta-feira), é iniciada, por parte do Planeamento, uma nova identificação das necessidades, para um novo Plano.

À medida que o Planeador da Litografia, gera ordens de impressão de folha, o MRP, automaticamente, processa as ordens - inclui verificação dos materiais necessários para a impressão da folha e disponibilidade dos mesmos em stock – e envia ao Planeador do Corte, uma série de necessidades de preparação de material, que compreendem necessidades de folha preparada, usualmente necessidades Make-to-order.

Estas necessidades são conferidas diariamente, mas o plano de produção é apenas concretizado após finalizado e disponibilizado o Plano Semanal da Litografia. Sendo assim as necessidades de folha preparada são selecionadas e convertidas em ordens de produção, no dia seguinte (quinta-feira), pelo motivo de o Planeador não dispor de informação suficiente que o permita liberar a preparação da folha com antecedência.

Paralelamente a ordens MTO, existem também ordens MTS (Make to Stock), que também são enviadas no plano de litografia à quarta-feira, mas estas são assentadas em previsões fornecidas pelos clientes.

Lançados os dois planos de produção (litografia e folha preparada), é realizado o sequenciamento dos trabalhos nas linhas, por parte da Programação, e prossegue-se ao envernizamento e a impressão da folha.

Teoricamente o processo de litografia da folha deveria ser iniciado na segunda-feira da semana planeada, porém, a existência de trabalhos em atraso, obriga o programador a alterar o sequenciamento da produção, pelo que várias vezes atrasa o início da produção para concluir os restantes trabalhos de planos anteriores.

Sendo que também, a maior parte da folha que será impressa, não possui stock suficiente de folha preparada, muitas vezes, apenas inicia a sua produção no meio da semana, pois tem de aguardar o corte-primário da folha e o sequente envernizamento. Outro ponto a ter em conta é a não laboração contínua do Corte secundário, visto que ao fim-de-semana as linhas não estão a produzir, e se a folha litografada estiver finalizada apenas na sexta-feira, na parte da tarde, o corte-secundário só pode ser realizado a partir de segunda-feira da semana seguinte, atrasando o início do processo de Montagem.

Mês							
Semana	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom
1			1	2	3	4	5
2	6	7	8	9	10	11	12
3	13	14	15	16	17	18	19
4	20	21	22	23	24	25	26
5	27	28	29	30			

- Análise das necessidades
- Plano da Litografia
- Plano de Folha Preparada
- Corte e Preparação
- Impressão
- Verniz Acabamento
- Montagem da Embalagem

Tabela 1- Representação do Planeamento e Produção Semanal da Folha Litografa.

Na Tabela 1, está representado, de um modo visual, o Planeamento e a Produção Semanal de Folha Litografada, de modo a que o leitor mais facilmente compreenda o desenrolar das atividades que contribuem para a Litografia da Folha. Como é possível verificar, na primeira semana, a análise das necessidades é iniciada à quarta-feira, pelo Planeador (representado a amarelo). Esta análise é encerrada na quarta-feira da segunda semana com o lançamento do Plano da Litografia para a Semana 2 (representado a verde).

No dia seguinte é lançado o Plano da Folha Preparada (representado a dourado). Na terceira semana, é possível notar uma sequência simplificada das atividades necessárias para produzir a folha impressa, já que muitas das vezes os processos de preparação e de impressão dos vários tipos de folha, ocorrem em simultâneo, pelo que iria dificultar a representação das atividades nesta tabela.

Função do MRP no Planeamento da Folha Preparada

No MRP, cada tipo de folha preparada, é representado por um código singular (ex:51-XXXXX) com uma descrição geral de “F PREP” e a respetiva informação técnica, e está associado à estrutura de um código de uma folha litografada.

Quando um código de folha litografada é criado pela base de dados, na sua estrutura poderá estar associado um código de folha preparada, se o histórico ou o potencial de consumo assim o justificar. Este possível código F PREP, será designado de “folha preparada *standard*.” Isto quer dizer que sempre que existir uma ordem de produção de um código X de folha litografada, na explosão de necessidades para a sua conceção seguirá a necessidade da folha preparada que foi atribuída a esse código.

Contudo, o planeador nem sempre é obrigado a confirmar uma ordem de produção de uma folha preparada *standard*, pelo que existem opções alternativas a esta. No sistema ERP, para muitos códigos de material *standard*, existem um ou mais códigos F PREP relacionados, com as mesmas especificações técnicas (espessura, dureza e estanhagem) e dimensionais, que também podem ser usados na mesma ordem de produção, mas apresentam um número diferenciado e uma descrição semelhante ao Standard, geralmente seguida do descritivo “ALT” e designadas de folha preparada alternativa.

Este género de folha, apresenta esta designação, pois na sua estrutura de produção, é utilizada um tipo de folha-de-flandres, que mesmo apresentando os parâmetros de aprovação, foi adquirida num fornecedor diferente ou num fornecedor habitual, a um custo mais baixo, pelo que poderá ou não apresentar algum defeito. Na maior parte das vezes este defeito não é crítico, pelo que a diferença do preço da matéria-prima, cobre o desperdício obtido. Todavia, por questões de rastreabilidade de qualidade, esta folha tem de apresentar um código diferente das folhas *standard*.

Num cenário, em que não exista inventário suficiente de folha preparada *standard* e alternativa, podem ser utilizadas outras opções, desde que os valores das especificações técnicas e da dimensão da folha sejam aceitáveis. A variação das especificações podem influenciar a estabilidade da lata, pelo que esta folha seja utilizada, necessita de uma aprovação da área técnica. Quando as dimensões variam criam mais desperdício, sendo que esta decisão não necessita da anuência da Área Técnica, pelo que se trata de um problema de gestão financeira. Estas decisões são realizadas em casos raros, quando a urgência de produzir o material é elevada.

Função do planeador no planeamento da folha preparada

Neste subcapítulo, será descrita a função e as etapas seguidas pelo Planeador, na sua tomada de decisão, do material que deve ser incluído, no plano semanal de produção, e as respetivas quantidades.

Para uma melhor compreensão do decurso do planeador, foi construído um modelo AS IS do processo, tendo sido incluídas todas as atividades e outros processos relacionados, desde o pedido do cliente até à conceção da folha preparada. Neste subcapítulo está representado um fluxograma das atividades do planeamento, ilustrado na Figura 14, pelo que os restantes poderão ser visualizados no Anexo A.

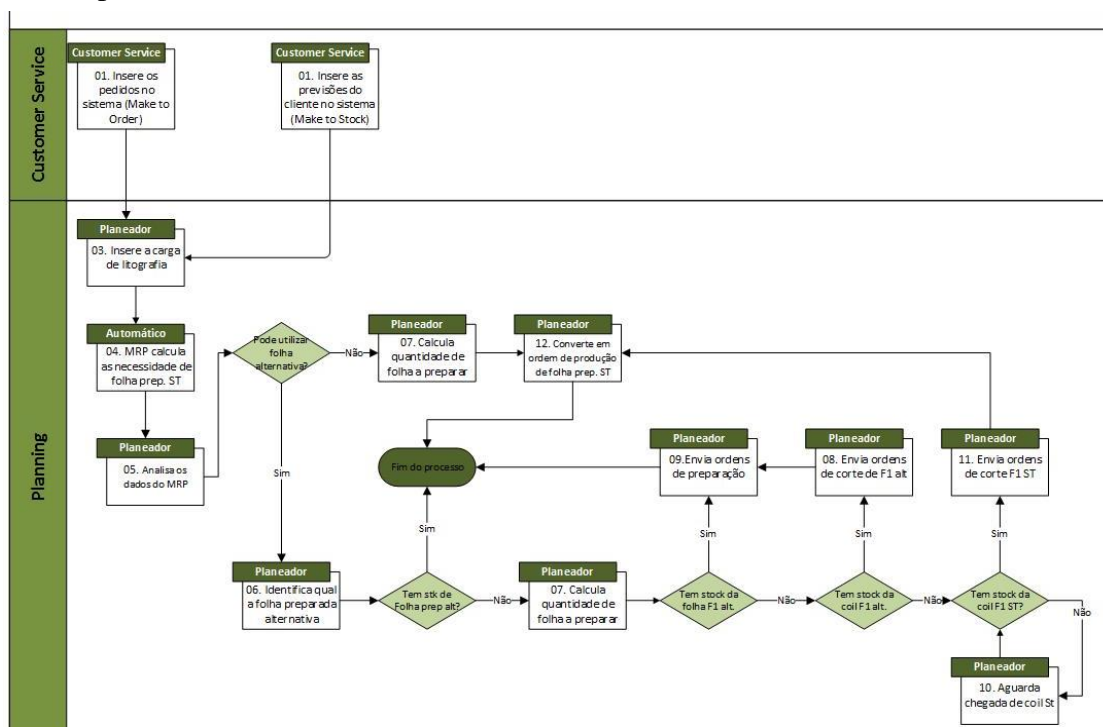


Figura 14 - Fluxograma da tomada de decisão do Planeador do Corte.

Como é possível notar no fluxograma, o processo de tomada de decisão do planeador é iniciado quando a *Customer Service* insere os pedidos MTO e previsões MTS dos clientes no SAP. Após esta ação o MRP, executa um processamento da informação, resultando uma listagem de necessidades dos componentes necessários para produzir o produto final.

As necessidades são apresentadas à equipa do Planeamento como Ordens Planeadas. As ordens planeadas consistem em sugestões de produção fornecidas pelo sistema, baseadas nas necessidades de produção, que incluem a quantidade mínima necessária e uma taxa cumulativa a essa quantidade que tem em conta as quebras de produção. As OPI's são verificadas pelo planeador e sujeitas a uma avaliação que irá determinar a quantidade final da produção. Neste processo as Ordens Planeadas são convertidas em Ordens de Produção, neste caso denominadas OL's ou Ordens de Litografia.

As OL's são novamente processadas pelo MRP, sendo que existe uma verificação dos materiais, associados à sua estrutura, e a sua quantidade em inventário. Se não existir stock suficiente de material necessário, o sistema volta a criar novas necessidades de produção, as OL's.

Estas novas ordens planeadas são finalmente verificadas pelo Planeador da Folha Preparada. Neste ponto, a análise torna-se um pouco mais complexa, pelo que o Planeador, para cada código de folha preparada, tem de seguir um ciclo complicado de iterações que abordam os seguintes pontos:

- existe quantidade suficiente em stock?
- se sim, que quantidade deve produzir?
- deve produzir utilizando folha *standard* ou folha alternativa?

A verificação da quantidade existente em stock e a quantidade que deve ser produzida é efetuada, através da averiguação de uma ferramenta de apoio à decisão, que será introduzida no subcapítulo seguinte.

A decisão de folha *standard* versus a folha alternativa é um procedimento que torna mais demorado, o processo de planeamento da folha preparada. Visto que o custo da folha alternativa é menor, na maioria das circunstâncias, o planeador entende como preferível esgotar este material. Isto implica que cada vez que existe uma necessidade de produção de F PREP, o planeador verifique se existem códigos de folha preparada alternativa associada e o respetivo inventário. É importante ter em conta, que o Sistema MRP, não apresenta nenhuma correspondência entre o material *standard* e alternativo, pelo que o planeador apenas consegue comparar a partir das descrições do material. Esta correspondência é feita num ficheiro Excel, que tem de ser atualizado sempre que é criado ou eliminado um código de folha preparada alternativa.

Ferramenta de apoio à decisão do planeador

Primeira Ferramenta

Perante as dificuldades que a equipa do Planeamento apresentava em selecionar a quantidade ótima a produzir, aquando a necessidade de reposição de stock de folha preparada, foi decidido que era necessário criar uma ferramenta de suporte à decisão. Em 2010, foi então desenvolvida, num ficheiro Excel, uma ferramenta que efetuava um cálculo aproximado da quantidade de folhas que deveriam ser preparadas, com base em critérios definidos pela equipa do Planeamento.

De modo a proceder a este cálculo, a folha de cálculo era alimentada, diariamente, com informação extraída do ERP. Esta informação consistia principalmente em consumos mensais do ano em curso e do ano transato. Utilizando esta informação e atribuindo critérios previamente definidos pelo Planeador, era então calculada, automaticamente, na folha de cálculo a cobertura necessária de folha preparada.

Os critérios de avaliação da cobertura necessária eram os seguintes:

- Com um consumo mensal inferior a 2000 folhas, no ano anterior, era sugerida uma reposição de stock com uma cobertura para 3 meses;
- Com um consumo mensal superior a 2000 folhas e inferior a 4000 folhas, no ano anterior, era sugerida uma reposição de stock com uma cobertura para dois meses;

- Com um consumo mensal superior a 4000 folhas e inferior a 8000 folhas, no ano anterior, era sugerida uma reposição de stock com uma cobertura para um mês;
- Com um consumo mensal superior a 8000 folhas e inferior a 20000 folhas, no ano anterior, era sugerida uma reposição de stock com uma cobertura para quinze dias;
- Com um consumo mensal superior a 20000 folhas era sugerida uma reposição de stock com uma cobertura para uma semana.

Na Figura 15, é possível verificar a fórmula de cálculo utilizada para determinar a sugestão de reposição de stock – célula AB: nova OL (Ordem Litografia). Mais detalhadamente era utilizada uma função IF que em função dos critérios atribuídos e a média dos consumos do ano anterior, presentes na coluna U do ficheiro, fornecia a proposta de ordem de preparação de folha para o ano em curso.

Figura 15 - Proposta de ordem de preparação de folha (nova OL).

De seguida com base nesta proposta e nas necessidades diárias de preparação da mesma, o planeador tinha como responsabilidade decidir a quantidade das ordens que seriam enviadas para a produção. Esta decisão requeria uma análise dos consumos mensais nos últimos meses e do período homólogo (Figura 16).

Devido ao facto de existir uma grande irregularidade e imprevisibilidade das encomendas colocadas pelos clientes, restringia a capacidade, da ferramenta, fornecer uma solução completamente eficaz, muito pelos seguintes motivos:

- A proposta de reposição de stock poderia ser inferior à necessidade semanal de produção da folha, o que requeria uma análise detalhada para cada código;
- Uma reposição de uma grande quantidade de folha preparada para um determinado produto, poderia implicar falta de folha para outros, já que um tipo de Coil pode ser consumido para vários formatos de F1, que por sua vez também podem ter uma aplicação de vernizes diferentes;
- Em função da existência de um grande número de códigos de folha preparada e a necessidade de serem analisados em detalhe, fez com o que planeador apenas analisasse os códigos que apresentavam necessidades diárias. Este fator, face à baixa capacidade das linhas perante a carga semanal, causa um atraso na preparação da folha e por consequência um atraso na impressão da mesma e uma possível falha ao cliente.

Consumo período homólogo					Consumo dos últimos meses											
A	B	C	D	E	F	G	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Material	TxtBreveMaterial	stock 27 ABR	Material antigo	Material subseq/ alt	média cons. 2010	média cons. 2011	1/out	1/nov	1/dez	consumo 2012	média cons. 2012	consumo 3 meses	1/jan	1/fev	1/mar	média cons. 2013
51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	3 186			25 007	27 587	39 100	60 404	19 381	495 379	41 282	118 885	35 320	23 965	65 136	41 474
51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E DAN CAKE	9 934			25 410	24 518	256	21 856	31 175	351 594	29 300	53 287	51 726	32 779	36 389	40 298
51-51743	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL (ALT F1 L797)	0	51-33939				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51-51744	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC (ALT F1 L797)	0	51-33938				0	0	0	70 549	70 549	0	1 391	0	0	1 391
51-51745	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC(F1 L797)	110	51-47223				2 280	0	0	15 158	7 579	2 280	0	0	0	0
51-53308	F.PREP BD-AE 52x161 EC CL (ALT-TH370)	5 544	51-46666						0	0	0	0	2 255	13 899	550	5 568

Figura 16 - Consumo do período homólogo dos últimos meses.

Ferramenta Atual

Em 2013, foi criada uma nova versão da ferramenta de decisão pelo *Planning Manager*, a qual é utilizada atualmente pela equipa do Planeamento.

Esta ferramenta apresenta algumas melhorias em relação à versão anterior, pelo que os critérios de decisão e as fórmulas de cálculo de reposição da folha preparada foram aperfeiçoados.

A informação utilizada para efetuar o cálculo é mais pormenorizada, pelo que possibilita obter um resultado mais preciso, relativamente à ferramenta previamente utilizada. Os dados utilizados são os seguintes:

- **Consumo per Hom** – Consumo do período homólogo. Este período homólogo é compreendido pelo mês em curso do ano transato mais os dois meses seguintes;
- **Consumo total dos últimos 12 meses** – Soma de todo o consumo de cada tipo de folha preparada dos últimos 12 meses – estes dados são adquiridos na base dados do ERP;
- **Consumo médio mensal** – Calculado a partir da média do Consumo Total dos últimos 12 meses, com algum peso do período homólogo;
- **Consumo médio semanal** – Calculado a partir do consumo médio mensal – Consumo médio mensal/4;
- **Stock atual** – Quantidade de material disponível em stock;
- **Stock Ponderado** – Cálculo da quantidade que deveria existir em stock, baseado nos novos critérios atribuídos pelo Planeamento;
- **Necessidades** – Estas estão relacionadas com as encomendas dos clientes (Make to Order). As necessidades são analisadas diariamente.

L21		=IF((H21+F21+J21)<>0;IF((F21+J21)>0;H21/(MAX(F21;J21));"999";""))									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	Material	Descrição	Cons Per Hom	Cons Ult 12M	Cons MM	Cons MS	Stock Actual	Stock Ponderado (*)	Necessidades	Prop Rep Stk	Cobertura (**)
4	51-38895	F.PREP BD-AE 45X140 2X IC GD 2X EC WC			0	0		0			
5	51-48915	F.PREP BD-AE 49X119 2XIC GD EC 2XWC COTY		202 408	16 867	4 217	14 063	8 434	20 679	20 679	0,68
6	51-49263	F.PREP BD-AE 49X119 2XIC GD EC CL(NEW CL		2 500	208	52	540	625		625	2,59
7	51-47485	F.PREP BD-AE 49X119 2XIC GD EC CL(NEW GD		2 814	234	59	70	703		703	0,30
8	51-48959	F.PREP BD-AE 49X119 2XIC GD EC WC COTY			0	0		0			
9	51-47479	F.PREP BD-AE 49X119 IC GD EC CL (NEW GD)			0	0		0			
10	51-48960	F.PREP BD-AE 49X151 2XIC GD EC 2XWC COTY		61 452	5 121	1 280	6 813	5 121	6 210		1,10

Figura 17 - Proposta de reposição de stock.

No final a proposta de reposição de Stock é definida a partir de uma comparação entre as necessidades MTO e o Stock Ponderado que é calculado com base nos seguintes critérios:

- stock de segurança definido para o consumo de 1 semana, ou arredondado às 1.000 folhas quando o consumo semanal se situa entre 500 e 1.000 folhas;
- às folhas preparadas com consumos inferiores a 500 folhas por semana, não se atribuiu qualquer stock segurança;
- para as folhas preparadas com um consumo superior a 5.000 folhas por semana, sempre que existir necessidade de repor stock, repor o consumo de 1 semana;
- para as folhas preparadas com um consumo inferior a 5.000 folhas e superior a 2.000 folhas por semana, sempre que existir necessidade de repor stock, repor o consumo de 15 dias;
- para as folhas preparadas com um consumo inferior a 2.000 folhas e superior a 1.000 folhas por semana, sempre que existir necessidade de repor stock, repor o consumo de 1 mês;
- para as folhas preparadas com um consumo inferior a 1.000 folhas e superior a 500 folhas por semana, sempre que existir necessidade de repor stock, repor o consumo de 2 meses;
- para as folhas preparadas com um consumo inferior a 500 folhas por semana, sempre que existir necessidade de repor stock, repor para o consumo de 3 meses, ou então o equivalente a 1 ano de consumo, logo que não ultrapasse as 500 folhas;

Se a necessidade MTO for maior que o Stock Ponderado, esta passa a ser a sugestão de reposição de stock.

Em relação à ferramenta anterior, esta apresenta um progresso na capacidade de precisão da quantidade sugerida na reposição de folha preparada, pelo que nesta, como foi possível notar foram definidos critérios mais minuciosos, diminuindo o risco de produzir folha em excesso ou em défice.

Porém, a implementação destas alterações não possibilitaram a correção de muitos dos problemas que a ferramenta anterior possuía. Por exemplo, devido à grande diversidade de códigos de folha preparada, à imprevisibilidade da procura e ao facto da gestão de stocks não estar totalmente de acordo com as boas práticas utilizadas na Indústria, obrigam o Planeador a averiguar o consumo dos últimos meses, sempre que necessita de tomar uma decisão. Verificar o histórico de consumo mensal, continua a auxiliar o planeador a observar outras variantes do consumo que não estão expostas na ferramenta, entre elas, a frequência de consumo da folha e as quantidades consumidas mensalmente, que são avaliadas com um elevado grau de importância na decisão final da equipa do Planeamento.

3.8 Conclusões e limitações encontradas

Resumidamente, de modo a evitar grandes discrepâncias no número ideal da folha, o responsável pelo planeamento verifica diariamente as necessidades (geradas pela carga de litografia) e consulta a ferramenta de suporte introduzida no capítulo anterior. Nesta consulta, o planeador examina cada uma das necessidades e executa uma análise ao histórico do consumo. Após esta análise, a partir do seu intuito e experiência no ramo do Planeamento, decide a quantidade de folha a preparar.

Entretanto, sendo que a procura apresenta uma variação imensa ao longo do tempo, o historial do consumo torna-se insuficiente, pelo que o risco de o planeador falhar a previsão torna-se elevado. Por este motivo, é exigido ao planeador um maior rigor na sua análise.

Uma outra causa da falta de folha preparada é o facto das necessidades dos clientes serem conhecidas muito próximo da data prevista de entrega do plano semanal, pelo que o planeador apenas decide que ordens de produção devem ser colocadas depois de conhecer o plano semanal da litografia, de modo a minimizar o risco de produzir o que não é necessário, preocupação que é tomada, não só pelos custos de posse em inventário e a possibilidade de vir a existir material obsoleto, mas também a escassez de folha-de-flandres, para a preparação de outros trabalhos da Litografia. Caso haja rutura de stock de matéria-prima, o lead time de entrega da mesma poderá ultrapassar 1 semana, pelo que que irá atrasar ainda mais a produção da folha.

A existência de códigos de folha *standard* e folha alternativa, também é algo que torna ainda mais complexa a análise do planeador, visto que para cada código standard, o planeador tende a verificar as alternativas e a sua quantidade em inventário.

Na sequência destas limitações na decisão do planeador, a reduzida capacidade e eficiência das linhas envernizamento e os elevados tempos de *setup* das máquinas, o originam um impacto negativo na resposta ao cliente, e consequentes custos acumulados (custo associado ao não cumprimento do prazo de entrega, custos de *setups* extra, custos de transportes, etc.)

De seguida será descrito um exemplo prático para suportar a compreensão do leitor:

A Customer Service insere uma encomenda da embalagem A, na segunda-feira, no sistema, gerando ao Planeamento uma necessidade de 2,000 folhas litografadas, na terça-feira uma necessidade 1500 folhas da embalagem B e na quarta-feira, uma necessidade de 2000 folhas da embalagem C (estas necessidades têm como prazo de litografia a posterior semana). Considerando as quebras de produção o planeador adiciona uma taxa de 10% da quantidade, colocando uma ordem de produção de 2,200 folhas. Após a ordem ser processada pelo MRP, vai ser gerada uma necessidade 2,200 folhas preparadas (caso não exista stock). Observando a Tabela 2, que apresenta os consumos e a proposta de reposição de stock e assumindo que o prazo de entrega é na semana seguinte, o Planeador vai analisar a quantidade a produzir.

Embalagem	Consumo Mês Janeiro	Consumo Mês Fevereiro	Consumo Mês Março	Consumo Mensal dos Últimos 12 Meses	Consumo Médio Mensal	Consumo Médio Semanal	Stock Ponderado	Necessidade Semana atual	Proposta de Reposição
A	97 701	44 387	119 284	735 310	87124	21781	21781	5000	21781
B	15045	33984	10116	85882	7516	1789	1789	1 500	1789
C	4709	4335	3309	65953	5996	1499	5996	3250	5996

Tabela 2 - Exemplo prático da decisão do planeador.

Teoricamente, segundo as propostas de reposição e os critérios definidos, o Planeamento deveria criar, na segunda-feira, uma ordem de preparação de 21781 folhas, uma ordem de preparação de 2130 folhas na terça-feira, e uma ordem de 5996 folhas na quarta-feira. No entanto, existem restrições que não o permitem. Se analisarmos o comportamento mensal do consumo das três embalagens, note-se que a **embalagem A**, apresenta um consumo colossal em comparação aos restantes, pelo que representa um material de elevada importância, o que diminui o seu risco de obsolescência. Porém o seu consumo é irregular, pelo que se a produção for igual à sua proposta de reposição, poderá provocar quebra ou excesso de inventário.

A **embalagem B**, apresenta um consumo razoável nos últimos três meses, porém note-se que a soma dos três meses representa mais de 50% do consumo total dos últimos 12 meses. Isto significa que nos meses antecedentes houve pouco consumo, o que demonstra uma grande irregularidade na procura, sendo muito difícil prever os gastos mensais.

Finalmente a **embalagem C**, apresenta um consumo baixo, entretanto apresenta um padrão de consumo constante, o que diminui o risco de criar material obsoleto e excesso ou quebra de stock.

Conclui-se que, existem consumos que são difíceis de serem analisados, e o risco do planeador tomar uma má decisão é elevado, trazendo resultados negativos, como a rutura ou excesso de inventário.

Logo, a informação disponibilizada ao planeador é insuficiente para determinar eficientemente que quantidade deve ser produzida. Por este motivo, o Planeador tem de aguardar pelo Plano Semanal da Litografia da semana seguinte (lançado à quarta-feira, tal como foi referido anteriormente) de maneira a decidir que folha deve preparar e qual a quantidade. Sendo assim o Plano Semanal da Folha Preparada só pode ser lançado no final da semana, o que impossibilita a existência de Folha Preparada em Stock no início da semana seguinte.

Objetivos reformulados do trabalho

Voltando um pouco atrás, foi mencionado no relatório que a definição da Folha Preparada é: toda a folha cortada e envernizada, armazenada em stock, que aguarda a impressão final. Estudando esta definição e observando o estado atual da Preparação da Folha conclui-se que, atualmente, persiste uma incoerência entre o conceito teórico e o intento da Folha Preparada, e a prática dentro da Empresa. Pode-se afirmar que em muitas ocasiões, é a “impressão que aguarda a folha preparada”, visto que apenas quando surge uma necessidade de litografia, é necessário preparar a folha (Figura 18) quando esta já deveria estar armazenada, pronta para produção (Figura 19).



Figura 18 - Estado atual do Planeamento e Produção.

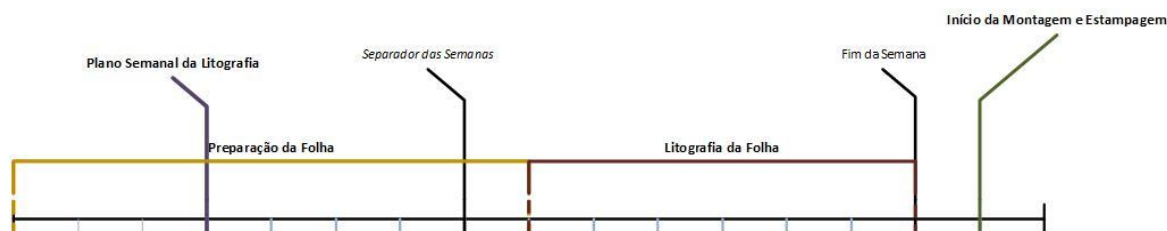


Figura 19 - Estado ideal do Planeamento e Produção.

Nasce, então neste projeto, um objetivo de suavizar o processo de impressão, através de um planeamento eficiente e eficaz da folha preparada, segundo o estado ideal representado na Figura 19. Tal é possível através da implementação de sistemas de gestão e controlo de stocks.

Porém dada a irregularidade da procura, a gestão de inventários baseada apenas em consumos históricos, seria pouco precisa. Por exemplo, se o consumo de um produto estiver em decadência, não será apropriado possuir um inventário com um volume idêntico ao período antecedente. Para estudar este comportamento, foi necessário realizar uma análise de séries temporais.

Foi então sugerida uma solução fundamentada em conceitos de Gestão de Aprovisionamentos, que apoie, de um modo mais perspicaz, o planeador na sua decisão final.

Nos seguintes capítulos, é descrito um estudo realizado, recorrendo a Métodos Quantitativos de Previsão e Métodos de Gestão de Inventários, com intuito de confrontar a atual abordagem de gestão e planeamento da folha preparada.

4 Enquadramento teórico

Como foi referido anteriormente, o foco deste trabalho incide sobre a análise de metodologias da Gestão de Aprovisionamentos que contribuem para a melhoria do sistema de planeamento da folha preparada.

Para este estudo foi realizada uma revisão bibliográfica, com intuito de conhecer as boas práticas da gestão de inventários e procura na engenharia e entender que abordagens existem para solucionar o problema em causa.

4.1 Introdução à gestão de stocks

Definição de stock

O termo stock, é um termo de origem anglo-saxónica utilizado para designar a existência de materiais armazenados, que são entendidos para um consumo futuro. Os materiais, também conhecidos por SKU's, sigla proveniente da palavra inglesa, *Stockkeeping units*, usualmente são matérias-primas, *work-in-process* ou em curso de fabrico e produto acabado.

A gestão de stocks, consiste na prática de atividades de controlo para manter o abastecimento de materiais a níveis desejados, de modo a balancear os custos associados à posse e produção dos materiais, com a necessidade de resposta ao cliente.

A importância da existência de stocks

Existe uma razão fundamental para o uso de inventários, e esta é a seguinte: *é fisicamente impossível e economicamente impraticável que cada artigo chegue exatamente no local onde é necessário, e na altura em que é necessário* (Waters, 2003). Isto quer dizer que não é possível responder de imediato ao cliente sem que, por outro lado, haja um investimento em inventários.

Além deste motivo primordial, a existência de inventários também se mostra benéfica por outras razões:

- permitem a diminuição do risco de rutura de stock, face às variações da procura;
- permitem o nivelamento da produção – em períodos, nos quais a procura é baixa, produz-se, de modo a suavizar a produção em períodos que apresentam picos na procura;
- desacoplamento de operações adjacentes – quando existe desacoplamento de operações, é útil utilizar inventários, com o fim de reduzir os custos de produção;
- redução nos custos das operações de produção – a produção acumulada de material, em processo de fabrico, pode reduzir um número significativo de changeovers, reduzindo consequentemente os custos das operações;

- - Aquisições de material em massa – em muitos casos, a compra de material em grandes quantidades, assentem às organizações custos mais baixos, por descontos de quantidade aplicados pelos fornecedores, tornando rentáveis os inventários.

Por este motivo, os stocks, representam um investimento significativo em sistemas logísticos, sendo necessária uma gestão competente, de modo a decidir a quantidade ideal de cada artigo aprovisionado e contribuir para o aumento da eficácia e eficiência da resposta ao cliente.

Tipos de stock

Atualmente existem diferentes tipos de inventários com determinadas funções, consoante o objetivo da sua existência. Estes tipos de stocks podem ser classificados nas seguintes categorias:

- **em-curso de fabrico ou *cycle stocks*** – consiste no stock de materiais que estão em fabrico ou em transporte entre centros de fabrico.
- **stocks de lote de fabrico** – resultam do facto de na maioria dos sistemas de produção se utilizarem lotes de fabrico por duas razões : Economias de escala (o custo médio de produção, compra ou movimentação diminui à medida que o lote aumenta) e Imposições tecnológicas (determinados processos de fabrico obrigam à produção simultânea de quantidades elevadas de produtos).
- **stocks sazonais** – são utilizados quando as necessidades de determinados produtos variam ao longo do tempo.
- **stocks de segurança ou *buffer stocks*** – são utilizados para proteger o sistema contra a incerteza da procura futura.
- **outros stocks** - existem outros motivos para a criação de *stocks*, entre eles obter um maior grau de independência entre os vários estádios do processo de fabrico, antecipar o aumento de preço de determinados produtos, etc.

Custos associados aos sistemas de stocks

Embora a utilização de sistemas de stocks ofereça muitos benefícios, esta proporciona custos que poderão implicar a não rentabilidade do uso destes sistemas. Por este motivo é necessário ter em conta custos relevantes que estão associados aos sistemas de stocks, que se dividem em três grupos (Gonçalves, 2010):

- **custo dos aprovisionamentos** – custos que estão relacionados com o valor das encomendas: valor *standard* do material, custos de transporte, controlo de qualidade etc.;
- **custos associados à existência de stocks** – estes são dependentes dos custos de posse de material, o seguro, à perda de qualidade e aos custos de capital;
- **custos associados à rutura de stocks** – quando existe rutura de stock pode ser necessário uma encomenda com urgência ao cliente, o que implica um custo adicional do fornecedor. Porém também existe a probabilidade de falhar ou atrasar a entrega ao cliente, pelo que pode causar uma penalização, que provoca um aumento nos custos, ou mesmo a perda de clientes.

Conclusões

Portanto, conclui-se que, no setor industrial, existem muitos fatores que favorecem a existência de inventários, tal como foi possível verificar, anteriormente, no texto. Entretanto, confrontando com os custos associados ao uso dos mesmos, é possível arrematar que é essencial uma gestão competente, para que os objetivos pretendidos sejam conseguidos – uma resposta rápida e económica ao cliente.

Para alcançar a eficiência da gestão de inventários, nas organizações, é necessário focar em três questões fulcrais, entre elas: “Como controlar os *stocks*?”, “Que quantidades encomendar?” e “Quando colocar as ordens de encomenda?” (Gonçalves, 2010).

É com base nestas questões, que serão introduzidas nos seguintes subcapítulos modelos de suporte à gestão de *stocks*: Classificação de Stocks, Modelos Estocásticos e Modelos Determinísticos.

Classificação de stocks

A gestão de inventários, no setor industrial, torna-se complexa e dispendiosa, dada a existência de uma grande quantidade e variedade de materiais. A tentativa de monitorizar cada item individualmente, requer muito tempo e esforço, conduzindo a elevados custos. Por outro lado, para reduzir o tempo e esforço de monitorização, são necessários recursos e um enorme rigor, levando igualmente ao aumento dos custos. Conclui-se então, que é impraticável uma gestão económica da totalidade dos materiais, sendo que, frequentemente recorre-se a uma análise objetiva, distribuída em diferentes grupos (Tanaka & Odanaka, 1987).

A Análise ABC ou Análise de Pareto, baseada no Princípio de Pareto, trata-se de um método de classificação simples, que se tem relevado como uma ferramenta de gestão de

grande valor na identificação dos produtos de stock com mais importância (Gonçalves, 2011). Esta análise pode ser representada, graficamente através da curva de Pareto (Figura 20).

Esta divide a classificação em três grupos, de acordo com o grau de importância de cada produto, A, B e C. A categoria de cada material é determinada a partir da sua contribuição para o valor do consumo anual, da seguinte forma:

- **produtos A** – São aqueles que contribuem com uma maior percentagem do valor do consumo anual, mas representam uma pequena fração da totalidade dos produtos existentes. Tipicamente entre 15 a 25 por cento dos produtos representam 70 a 80 por cento dos custos anuais.
- **produtos C** – São os produtos que representam a maioria, mas que por outro lado fornecem uma pobre contribuição para o valor do consumo anual. Neste caso, mais de 50 por cento dos produtos representam apenas entre 5 a 10 por cento dos custos anuais.
- **produtos B** – São classificados como produtos intermédios pelo que não pertencem ao grupo A nem ao grupo C.

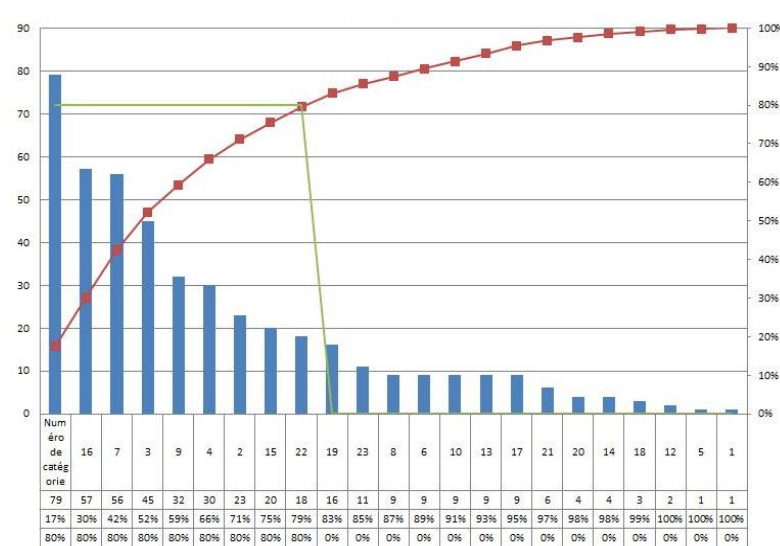


Figura 20 - Exemplo de curva de Pareto.

4.1.1 Modelos estocásticos

Atualmente, tanto no setor industrial como em outros setores do mercado, a variabilidade da procura é algo que se tem vindo a verificar como vulgar, para uma grande percentagem das empresas. Devido a fatores económicos, tecnológicos e estratégicos, a demanda apresenta, frequentemente, comportamentos aleatórios, tanto a curto como a longo prazo.

Dada esta variação e a dificuldade de prever eficazmente o futuro, são utilizados modelos estocásticos, modelos que auxiliam o gestor a estudar e compreender o comportamento da demanda, e aumentar a sua capacidade de resposta à imprevisibilidade da mesma, evitando ruturas de *stock*.

Os modelos estocásticos consistem em métodos de revisão da quantidade disponível em *stock*. Estes dividem-se em dois tipos de revisão: Revisão Contínua (Figura 21) e Revisão Periódica (Figura 22).

Modelos de revisão contínua

Os modelos de revisão contínua, baseiam-se numa inspeção contínua da quantidade disponível para cada produto (Gonçalves, 2010), ou seja, esta ferramenta, constantemente, analisa a quantia de material existente em inventário, confere o *Lead Time* de entrega ou produção, e sugere que exista sempre um determinado montante em *stock*, de modo a diminuir o risco de rutura de *stock*.

Os sistemas de revisão de revisão contínua repartem-se nos seguintes dois tipos:

- **Ponto de encomenda, Quantidade a encomendar (s, Q)** – Este sistema, também conhecido por sistema de duplo lote, averigua continuamente a quantidade disponível dos materiais, e quando esta quantidade atinge um valor inferior ou igual ao ponto s , designado de ponto de encomenda, é efetuada uma encomenda de valor Q , com o fim de repor o *stock*.
- **Ponto de encomenda, Nível de Enchimento (s, S)** – Este sistema (s, S) ou sistema Min-Max, tem como objetivo compreender os níveis de *stocks*, entre o valor s mínimo e o valor máximo S . Tal como no modelo anteriormente referido, é verificado constantemente a quantidade existente de material. Porém quando é atingido o nível s , é efetuada uma encomenda para repor o *stock*, até o valor S , nível de enchimento.

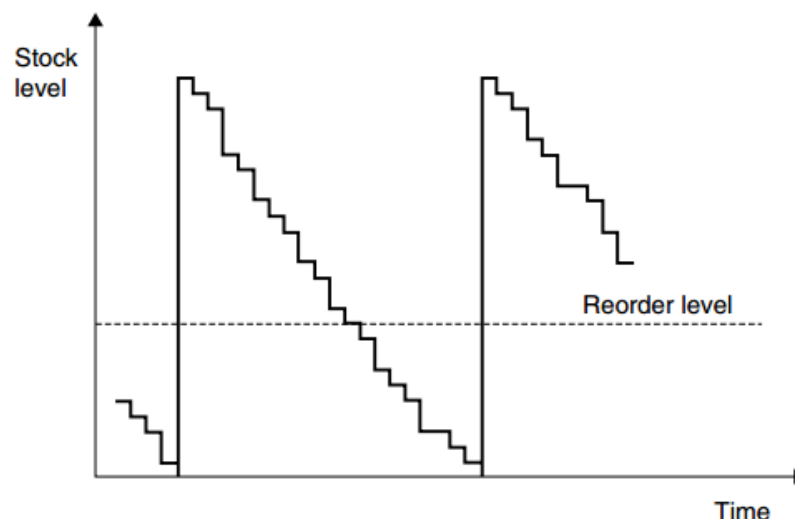


Figura 21 - Exemplo de revisão contínua de stocks. (Fonte: Waters, 2003)

Modelos de revisão periódica

Tal como os métodos de revisão contínua, os métodos de revisão periódica concentram-se na análise da quantidade de material existente. Entretanto estes diferem no modo de como é realizada a inspeção. Nos modelos que serão descritos posteriormente, é selecionado um determinado período para analisar o inventário:

- **Ponto de Revisão, Nível de Enchimento (R, S)** – Neste sistema são verificados os níveis de inventário em intervalos de tempo fixos definidos por R , período de revisão. Em cada período R é encomendada uma quantia no valor do enchimento desejado, S ;
- **Sistema (R, s, S)** – Os níveis de *stocks* são verificados do mesmo modo do sistema anteriormente referido. Porém só colocada uma encomenda se a quantidade disponível for igual ou inferior ao valor s , ponto de encomenda. Se este caso se verificar então é encomendada uma quantidade de material no valor de S , nível de enchimento, tal como no sistema (R, S).

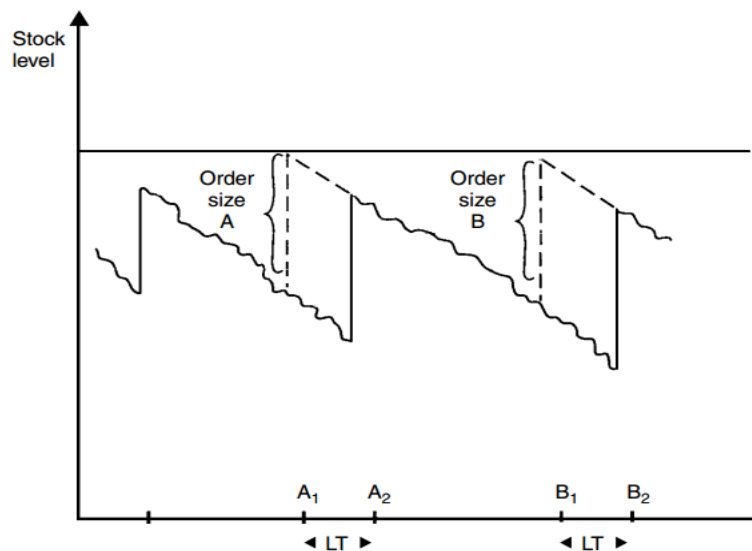


Figura 22 - Exemplo de revisão periódica de stocks. (Fonte: Waters, 2003)

4.1.2 Modelos determinísticos

Os modelos determinísticos são fundamentados em fórmulas analíticas simples e são utilizados para determinar qual a quantidade ótima a ser encomendada, ou *Economic Order Quantity*, de maneira a minimizar os gastos de adquirir e armazenar o material e ao mesmo tempo diminuir o risco de conceber material obsoleto.

Estes modelos pressupõem que não existem incertezas, ou seja, assumem que não existem variáveis aleatórias que modifiquem o padrão da procura. Desta forma estes procedimentos distanciam-se da realidade, sendo que os resultados obtidos dos mesmos necessitam de ser contestados e validados. Para tal são utilizados outros métodos, como por exemplo os métodos estocásticos acima descritos (Garcia, Reis, Machado, & Filho, 2006).

4.2 Introdução à previsão da procura

No planeamento e controlo de sistemas produtivos a previsão a incerteza da procura é um dos maiores problemas, pelo que os métodos de previsão são uma ferramenta fundamental para diminuir esta incerteza (Gonçalves, 2010).

Já desde há muitos anos, o ato de prever tem-se demonstrado um dilema filosófico, dado que a probabilidade de “acertar” no futuro, dispondo apenas de um historial de informação, é muito reduzida. Edmund Burke, um célebre filósofo e político anglo-irlandês, afirmava que *“Nunca conseguirás prever o futuro através do passado”*. Porém Patrick Henry opôs-se a esta afirmação, citando *“Eu não conheço outra maneira de julgar o futuro, senão através do passado”* (Adam, Jr & Ebert, 1992).

Esta última citação, levou a muitos a compreender, que a previsão não se baseia numa tentativa de conhecer com exatidão o futuro, mas sim compreender que eventos futuros terão uma maior probabilidade de ocorrer, reduzir a incerteza e aumentar a possibilidade de atingir o sucesso.

A previsão da procura resulta de uma estimativa de um evento num período futuro (Axsäter, 2006), que é premeditada através de uma sistemática combinação e modelação de parâmetros inferidos de dados históricos (Adam, Jr & Ebert, 1992).

Selecionar o modelo mais indicado

Como é sabido, dentro do complexo dos sistemas produtivos, existem uma grande variedade de artigos, que apresentam distintos padrões de procura. Por vezes, o mesmo artigo, ao longo do tempo, apresenta alterações no seu historial de comportamento.

Para tal existem vários modelos de previsão, que devem ser adaptados, consoante o padrão individual de cada elemento.

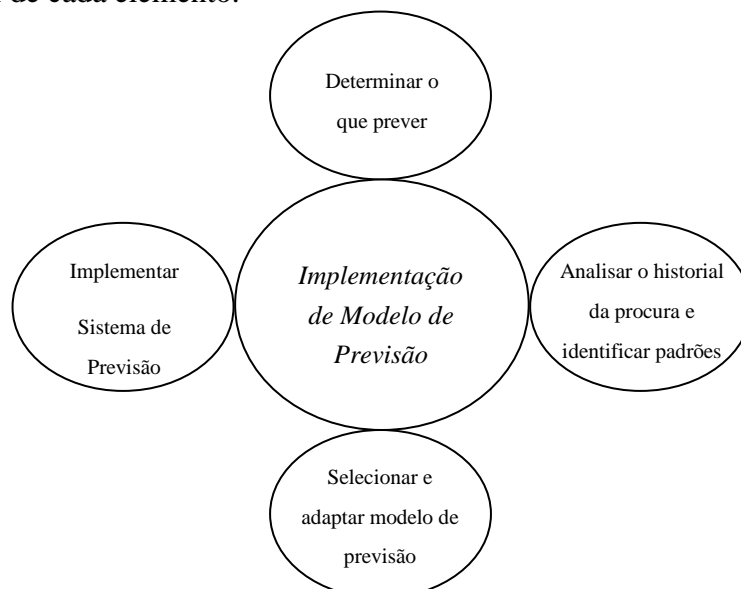


Figura 23 - Etapas para implementação de um Modelo de Previsão. (Fonte: Almada-Lobo, 2014)

Ao selecionar a abordagem mais indicada, dever-se-á ter em conta, também, três leis fundamentais da previsão (Almada-Lobo, 2014):

- **1ª Lei da Previsão** – No mundo real, frequentemente, o futuro não se comporta como o passado, pelo que o padrão da procura sofre várias alterações ao longo do tempo;
- **2ª Lei da Previsão** – Deve-se assumir que qualquer método de previsão apresentará resultados incorretos e as decisões baseadas nas previsões representarão um risco. Sendo assim devem-se quantificar intervalos de confiança para determinar a precisão do modelo a ser utilizado.
- **3ª Lei da Previsão** – Quanto maior for período de previsão futura, maior será o erro associado a esta previsão. Prever a curto-prazo garante que a probabilidade de errar a previsão será menor.

4.2.1 Modelos de previsão

Atualmente os métodos de previsão existentes, encontram-se divididos em três grupos: qualitativo, séries temporais e causais. Cada grupo difere nas suas características de previsão. Uns poderão ter uma maior precisão a curto-prazo ou a longo-prazo, outros apresentam um nível mais sofisticado, etc. Os modelos de séries temporais e causais apresentam-se como modelos quantitativos.

Modelos qualitativos

Os Modelos Qualitativos representam métodos de previsão que apresentam uma abordagem empírica e subjetiva. Segundo Ballou (1992) nestes modelos são utilizadas a análise crítica, intuição, questionários e técnicas comparativas, de maneira a estimar um valor quantitativo do futuro.

Esta abordagem é maioritariamente fundamentada em opiniões de peritos sobre o problema em questão (Gonçalves, 2010) ou estudos especializados do mercado e do comportamento do consumidor. Um dos métodos qualitativos, mais conhecidos, é o método de Delphi que engloba um painel de peritos, em que cada deve ser especializado em alguma área, em ambos expressam a sua opinião. Neste método, espera-se uma convergência de ideias e opiniões dos vários peritos, até atingir um consenso geral no formato de previsão.

Modelos quantitativos

Os Modelos Quantitativos são aqueles que se baseiam nos dados históricos da procura e têm como objetivo identificar padrões nesta informação e extrapolar esses padrões para o futuro. Estes estão subdivididos em modelos causais e séries temporais.

Modelos de séries temporais

Os métodos baseados em séries temporais são sistemas que tendem a extrapolar informação histórica, porém tendo em conta um conjunto de componentes que influenciam o comportamento da procura. Estas componentes dividem-se em componente tendência, sazonal, cíclica e irregular, que consistem em:

- **Componente Tendência** – representa o sentido de subida ou descida do nível médio da procura ao longo do tempo;
- **Componente Sazonal** – consiste na flutuação da procura além do nível médio, que se repete constantemente ao longo dos períodos;
- **Componente Cíclica** – tal como a componente sazonal, também representa a flutuação da procura, embora este movimento, normalmente, seja atribuído a ciclos de inflação e recessão, daí não apresente um período de repetição consistente;
- **Componente Irregular** – consiste numa série que não apresenta qualquer padrão consistente.

Estes componentes devem ser tomados em conta, para seleccionar quais são os métodos mais adequados para extrapolar os dados corretamente.

Dentro dos modelos de séries temporais, estão definidos: Modelos de Médias Móveis Simples, Amortecimento Exponencial Simples, Amortecimento Exponencial Duplo, Método de Holt-Winters, Modelos por Decomposição Clássica, etc. Estes consistem, em geral, numa estimativa de um valor futuro a partir de uma média estimada de valores antecedentes. No caso dos Amortecimentos Exponenciais, estes utilizam fatores de amortecimento, para realizar um ajuste da previsão ao padrão cronológico histórico. No caso da Decomposição clássica esta, consiste numa identificação e isolamento de várias componentes de uma série, e uma consequente estimativa dos valores futuros com os respetivos componentes.

Modelos causais

Os modelos causais consistem no estabelecimento de uma relação causal entre uma variável dependente e a respetiva variável independente. Depois de conhecida esta relação causal e o valor da variável independente, é realizada a previsão. Exemplos deste tipo de modelos são: os modelos de regressão e os modelos econométricos.

5 Abordagem adotada

Como foi relatado anteriormente, o objetivo deste projeto consiste em realizar um estudo, baseado em Gestão de Inventários e da Procura, de maneira a apoiar o desenvolvimento e progresso do planeamento da folha preparada.

Neste capítulo será descrito, de um modo geral o que foi realizado no projeto, e que metodologias foram abordadas no desenrolar do mesmo. Nesta secção será feita uma descrição dos métodos, de maneira a que leitor compreenda, no que consistem, e como podem ser calculados.

No próximo capítulo será descrito, o modo como estas abordagens e metodologias foram aplicadas ao caso prático.

Portanto, este projeto foi dividido em quatro principais fases:



Figura 24 - Fases do desenvolvimento do projeto.

5.1 Segmentação dos artigos

A segmentação dos artigos foi realizada, de maneira a desagregar a totalidade de códigos, e utilizar aqueles que apresentavam um maior peso e contributo para a empresa.

Para realizar a segmentação foi utilizada a regra de 80-20, pelo que foi executada uma análise ABC a todos os códigos existentes, de modo a atribuir uma classe de A, B ou C. Os códigos A representariam os códigos mais relevantes para a produção e seriam aqueles a serem selecionados para uma análise detalhada.

5.2 Análise dos artigos de 1º grau

A análise dos artigos de primeiro grau, constou na observação ao comportamento do consumo histórico mensal e semanal dos códigos classificados de A. A análise do comportamento do histórico serviu, também, para encontrar um padrão cronológico e selecionar os métodos de previsão mais apropriados.

A análise dos artigos consistiu, essencialmente, na análise de tendência e sazonalidade das séries cronológicas dos artigos, em observação.

Para realizar este estudo, foram necessários, métodos de suporte à identificação de tendência e sazonalidade. Estes métodos consistiram, respetivamente, na regressão linear simples e autocorrelação.

Modelo de regressão linear simples

Quando se inicia uma análise de uma série cronológica, deve-se verificar se existe ou não uma tendência e qual a sua configuração (Vasconcelos, 2010). Para tal, poder-se-á dar o início a uma análise gráfica, para determinar a evolução da tendência.

O seguinte passo será, investigar se a tendência é significativa, podendo-se recorrer a uma análise de regressão. Esta análise consiste num processo matemático que delineia uma função contínua, Y_t , ajustada aos valores observados, Z_t , cuja função é descrita por curva de regressão. A curva de regressão pode ser ou não linear, e ter uma ou mais variáveis independentes.

A regressão linear, apenas dispõe de uma variável independente, e é representada pela equação (5.1):

$$\hat{Y} = a + bX \quad (5.1)$$

Onde:

\hat{Y} , é o valor esperado da variável dependente
 X , é o valor observado da variável independente
 a , é a interseção na origem
 b , é o declive da reta.

Os valores ótimos de a e b podem ser obtidos pelo método dos mínimos quadrados que minimiza a soma dos desvios entre os valores observados e os valores estimados (Gonçalves, 2010).

Para determinar se o declive da reta, b , é suficientemente significativo, para indiciar uma tendência crescente ou decrescente, a médio ou longo-prazo, executa-se um estudo ao coeficiente de correlação, r . Este coeficiente mede a correlação entre as variáveis, isto é, o grau em que as flutuações da variável dependente são explicadas pela reta de regressão (Vasconcelos, 2010) e é dado pela equação (5.2):

$$r = b \cdot \tilde{t} \cdot \tilde{Z} \quad (5.2)$$

Onde:

\tilde{t} , é o desvio padrão da variável independente
 \tilde{Z} , é o desvio padrão da variável dependente

No final, para apurar a significância do declive da reta, recorre-se à tabela 3, onde é possível verificar os valores mínimos absolutos do coeficiente de correlação, para os graus de confiança de 95% e 99%.

Nº obs	95%	99%	Nº obs	95%	99%	Nº obs	95%	99%
4	0,95	0,99	26	0,39	0,50	50	0,28	0,36
5	0,88	0,96	28	0,37	0,48	60	0,25	0,33
6	0,81	0,92	30	0,36	0,46	70	0,24	0,31
8	0,71	0,83	32	0,35	0,45	80	0,22	0,29
10	0,63	0,77	34	0,34	0,44	90	0,21	0,27
12	0,58	0,71	36	0,33	0,42	100	0,20	0,26
14	0,53	0,66	38	0,32	0,41	150	0,16	0,21
16	0,50	0,62	40	0,31	0,40	200	0,14	0,18
18	0,47	0,59	42	0,30	0,39	400	0,10	0,13
20	0,44	0,56	44	0,30	0,38	1000	0,06	0,08
22	0,42	0,54	46	0,29	0,38			
24	0,40	0,52	48	0,28	0,37			

Tabela 3 - Valores mínimos de $|r|$

Este modelo de regressão linear, pode ser usado como um método de previsão, porém para tal deve-se pressupor que a série não sofrerá alterações. Dadas as condições da procura na Colep, este modelo não foi utilizado para realizar previsões, mas apenas, a análise de tendência.

Autocorrelação

A autocorrelação é uma ferramenta utilizada para identificar o padrão básico da série temporal, através de correlação de valores sucessivos da mesma variável (Makridakis & Wheelwright, 1989).

O conceito de correlação é descrito como a relação mútua ente duas variáveis, que descreve o que tende a acontecer a uma das variáveis quando existe alteração da outra.

A autocorrelação procura identificar o padrão da série temporal, através de correlação das variáveis da série, em que é adicionado um intervalo- “lag”- de amplitude k . Este lag permite fazer a correlação da série em diferentes períodos de tempo, como é possível verificar na Figura 25.

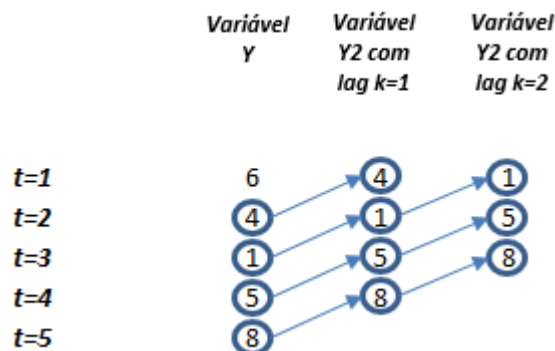


Figura 25 - Criação de lag de amplitude $k=1$ e $k=2$. (Fonte: Makridakis, 1989)

A autocorrelação é medida pelo coeficiente de correlação que varia entre 1 e -1. Quando o valor do coeficiente se aproxima de 1, significa que as variáveis correlacionadas apresentam uma relação robusta, ou seja, sempre que o valor de uma variável tende a aumentar, então o valor da outra variável também aumentará. Se o valor do coeficiente se aproximar de -1, observa-se o inverso, o que indica que quando uma variável aumenta a outra diminui (Makridakis & Wheelwright, 1989).

Para determinar se existe um ciclo sazonal, através da autocorrelação, dever-se-á verificar o valor dos coeficientes de correlação. Se a série cronológica apresentar um ciclo sazonal, quando a amplitude do *lag* for igual ou múltipla do período sazonal, então o valor do coeficiente de correlação dever-se-á destacar perante os restantes.

De modo, a verificar se a autocorrelação é significativa, estatisticamente, são calculados intervalos de confiança, através da equação (5.3):

$$LimConf = \pm Z_{\alpha/2} * \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (5.3)$$

Onde:

$Z_{\alpha/2}$ é o coeficiente de confiança

α , é o desvio padrão

N , é o número de amostras

Se os valores dos coeficientes de correlação, quando *lag k* é igual ou múltiplo do período sazonal, ultrapassarem o limite de confiança, então a autocorrelação é significativa.

5.3 Seleção dos métodos de previsão

Depois de analisadas as séries temporais, foi realizado um estudo dos Métodos de Previsão que se adaptam às características das séries analisadas. Depois de um estudo bibliográfico, foram identificados os seguintes modelos: Média Móvel Simples, Amortecimento Exponencial Simples, Amortecimento Exponencial Duplo e o Holt-Winters Aditivo.

O método de Holt-Winters multiplicativo, não está representado neste relatório, pelo fato de este não ter sido utilizado. A não utilização deste método justifica-se, pelo fato de existirem códigos de folha preparada, que apresentam séries descontínuas, ou seja, em alguns dos meses não apresentam nenhum consumo. Isto gera erros na aplicação deste método.

Média móvel simples

Uma média móvel simples, é um método que combina dados reais da procura de períodos mais recentes, pelo que a sua média será a previsão do período seguinte (Adam, Jr & Ebert, 1992).

Este modelo deve ser, apenas, usado quando a série é estacionária, ou seja, assumindo que não existem variáveis independentes que influenciem o comportamento, como por exemplo, a procura possuir sazonalidade ou uma tendência. A existência destas variáveis, incitaria um erro inevitável na previsão deste método.

A previsão da procura, \hat{Z}_t , realizada no período t para o período $t+1$ é dada pela média móvel aritmética, n_t , dos últimos N valores da procura através da seguinte expressão (5.4).

$$\hat{Z}_t = n_t = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t Z_i \quad (5.4)$$

Onde:

\hat{Z}_t , é a previsão

Z_t , é o valor real

n_t , é a média móvel amortecida

N , é o número de períodos

Amortecimento exponencial simples

O Amortecimento Exponencial Simples, um critério idêntico ao da Média Móvel Simples, obter uma previsão com base no período histórico da série. O modelo AES, somente deve ser utilizado quando a série é estacionária e não apresenta sazonalidade.

Para cada período é calculada uma média amortecida que é ajustada proporcionalmente à diferença entre o último valor real, Z_t , e o último valor da média amortecida, n_{t-1} . A média é ajustada utilizando um fator de amortecimento, α , que varia entre 0 e 1.

$$\hat{Z}_t = n_t = Z_t \cdot \alpha + (1 - \alpha) \cdot n_{t-1} \quad (5.5)$$

Onde:

\hat{Z}_t , é a previsão

n_t , é a média móvel amortecida

α , é o fator de amortecimento

Neste modelo assume-se que n_t , quando $t=1$, é igual ao valor de Z_t . Os restantes valores da previsão são calculados, em função, do valor do fator de amortecimento.

Método de Holt

O Método de Holt ou Amortecimento Exponencial Duplo, recorre a um alisamento exponencial simples, porém neste modelo é incorporada a componente tendência para a sua previsão, tal como é possível verificar na equação (5.6):

$$n_t = \alpha \cdot Z_t + (1 - \alpha) \cdot (n_{t-1} - b_{t-1}) \quad (5.6)$$

Onde:

A componente tendência, b_t , é obtida, a partir de um primeiro cálculo, da tendência instantânea para cada período t . A tendência instantânea é calculada através da diferença entre duas médias amortecidas sucessivas, n_t e n_{t-1} . O segundo cálculo, consiste num amortecimento exponencial da componente, e é dado pela seguinte expressão (5.7):

$$b_t = \beta \cdot (n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1} \quad (5.7)$$

Na equação, β , representa o fator de amortecimento da tendência, e está compreendido entre os valores de 0 e 1. A amortecimento exponencial da tendência permite seguir as evoluções da tendência de uma forma automática (Gonçalves, 2010).

A previsão para Z_{t+k} , é obtida através da soma da média amortecida com a componente tendência, em que k representa o número de períodos para qual é escolhida a previsão (5.8):

$$\hat{Z}_t(k) = n_t + k \cdot b \quad (5.8)$$

em que $k=(1,2,\dots,k+1)$.

Método de Holt-Winters aditivo

O modelo de Holt-Winters, também é conhecido por Amortecimento Exponencial Triplo, por incluir o efeito da sazonalidade, paralelamente à média amortecida e a tendência amortecida.

Este método constrói um conjunto de índices sazonais que são fundamentados nos dados históricos das séries, que serão tidos em conta na estimativa do valor, para o período $t+k$.

No modelo aditivo, o índice sazonal, f_t , de um período é calculado a partir da diferença entre o nível da procura, no instante t , e o nível médio da procura.

Após obter os índices sazonais, do ciclo da série examinada, de dimensão s , estes são submetidos a um amortecimento exponencial, para os restantes períodos. Este amortecimento da componente sazonal é expresso a partir da equação (5.9):

$$f_t = \gamma \cdot (Z_t - n_t) + (1 - \gamma) \cdot f_{t-s} \quad (5.9)$$

Onde:

f_t , é o índice sazonal

f_{t-s} , é o índice sazonal no período homólogo

γ , é o fator de amortecimento

Para o cálculo da média móvel amortecida, é realizada uma dessazonalização da série, como é possível verificar na equação (5.10), e é incorporado o índice tendência na expressão:

$$n_t = \alpha \cdot (Z_t - f_{t-s}) + (1 - \alpha) \cdot (n_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5.10)$$

Onde:

\hat{Z}_t , é a previsão

n_t , é a média móvel amortecida

α , é o fator de amortecimento

Para identificar a componente tendência, é estimado o valor a partir do alisamento identificado na equação (5.11):

$$b_t = \beta \cdot (n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1} \quad (5.11)$$

Onde:

b_t , é tendência amortecida

n_t , é a média móvel amortecida

β , é o fator de amortecimento

Por fim, a estimativa do valor para o período $t+k$, é expressa pela equação (5.12):

$$\hat{Z}_t = n_t + k \cdot b_t + f_{t+k-s} \quad (5.12)$$

Onde:

k , é o número de períodos

n_t , é a média móvel amortecida

f_{t+k-s} , é o índice sazonal amortecido

Para inicializar o modelo aditivo, são calculadas as seguintes equações:

$$i) \quad n_s = Z^* = \frac{1}{s} \cdot \sum_{t=1}^s Z_t \quad (5.13)$$

$$ii) \quad b_s = 0 \quad (5.14)$$

$$iii) \quad f_j = Z_j - Z^* \quad (j=1, \dots, s) \quad (5.15)$$

Onde:

Z^* , é a média dos valores do período de inicialização

s , é a dimensão do período sazonal

5.4 Avaliação dos métodos de previsão

Depois de testados os métodos de previsão, anteriormente descritos, estes foram testados a partir dos desvios da previsão. Estes indicadores, suportam a avaliação da qualidade das previsões e são bastante simples de calcular, pelo que consistem na diferença numérica entre a procura prevista e a procura real (Adam, Jr & Ebert, 1992).

Os indicadores dos desvios, foram: i) erro médio, ii) erro absoluto médio, iii) erro quadrático médio e iv) erro percentual médio. E são calculados através das seguintes equações:

$$i) \quad EM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t) \quad (5.16)$$

$$ii) \quad EAM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t| \quad (5.17)$$

$$iii) \quad EQM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (5.18)$$

$$iv) \quad EPM = 100\% \cdot \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (5.19)$$

Onde:

Z^* , é o valor estimado

Z , é o valor real

5.5 Estudo de sistemas de controlo de inventários

Para realizar contribuir para a otimização do processo de gestão de inventários da folha preparada, foram estudados os vários sistemas de controlo de stocks. Estes podem ser verificados no capítulo 2. Consoante as necessidades da empresa verificou-se que um dos sistemas mais indicados a ser utilizados seria uma revisão contínua do tipo (s,Q).

Para realizar este tipo de revisão é necessário, conhecer o ponto ótimo de encomenda e a quantidade a encomendar. Para o cálculo destes dois componentes foram utilizadas, respetivamente, fórmula da i) Quantidade Económica de Wilson (5.20) e o ii) cálculo de Ponto Ótimo de Encomenda (5.21).

$$i) \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{H}} \quad (5.20)$$

Onde:

Q^* , é a quantidade económica a encomendar

A , é o custo da encomenda

D , é o taxa de procura

A , é o custo de posse unitário

$$\text{ii)} \quad s = \overline{D}_L + SS_L \quad (5.21)$$

Onde:

\overline{D}_L , é o consumo médio durante o prazo de entrega

SS_L , é o stock de segurança durante o prazo de entrega

O stock de segurança durante o prazo de entrega é calculado pela expressão (5.22):

$$SS_L = \text{leadtime} \cdot \sigma_L \cdot K \quad (5.22)$$

Onde:

σ_L , é o desvio padrão durante o período de risco

K , está associado ao nível de serviço pretendido

6 Caso prático

6.1 Classificação dos artigos por classe

Inicialmente, dada a existência de uma grande variedade de códigos de folha preparada foi realizada uma análise de Pareto a códigos *standards* já existentes de folha preparada e a códigos de folha litografada que não possuíam um código de folha preparada associado. Esta análise foi realizada com um primeiro intuito de realizar uma revisão periódica aos códigos de folha preparada, ou seja, entender que códigos deveriam ser mantidos ou extinguidos da base de dados, e que códigos deveriam ser concebidos, de modo a facilitar o trabalho do planeador na seleção das ordens de preparação da folha. Porém, esta análise também contribuiu para a segmentação e seleção dos códigos indicados para o presente estudo.

Para proceder a este estudo foram definidos os seguintes parâmetros:

- a frequência de consumo da folha semanal;
- a quantidade total do consumo mensal.

Estes dois parâmetros foram escolhidos pelos seguintes motivos: primeiro porque o artigo com pouca rotação aumenta o risco de obsolescência. Por outro lado existem alguns artigos que possuem uma baixa frequência de consumo, mas em elevada quantidade, por se tratarem por vezes de encomendas *Make-to-Stock* dos clientes. A conjugação destes critérios facilitam a observação e a comparação destas ocorrências no consumo da folha preparada.

Na Figura 26, está representado uma parte da Análise de Pareto, aos códigos de folha *standard*, correspondente ao critério de número de ordens. A análise completa poderá ser verificada no Anexo T. Como é possível verificar, na coluna D e na coluna G da tabela, estão expostos, respetivamente, a percentagem acumulada do material e do número de ordens mensais de cada material.

Note-se que cerca de 20% dos códigos de folha preparada representam aproximadamente de 60% nas ordens de produção da folha, pelo que estes foram classificados como A, e cerca de 50% dos artigos representam 10% das ordens, tendo estes a atribuição da classificação C. Todos os restantes materiais foram classificados como B.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Códigos Criados	Descrição F PREP	Column1	%artigo	Nº Ordens/Mês	% Orden	% Ordens Acumulad	Nº Folhas/Mês	% Folha	Classe
11	51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	10	15,15%	6	2,48%	53,44%	5 487	62,2%	A
12	51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC WC HB 367	11	16,67%	6	2,42%	55,86%	18 767	65,4%	A
13	51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E DAN CAKE	12	18,18%	6	2,37%	58,23%	42 065	72,7%	A
14	51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 SR IC PG EC WC 0,30	13	19,70%	5	2,08%	60,31%	11 980	74,7%	A
15	51-00869	F.PREP BD-TL 188 EC WC 0,23	14	21,21%	5	1,88%	62,18%	4 177	75,5%	B
16	51-43553	F.PREP BD-AE 65x157 EC WC(NEW SPEC 0,18)	15	22,73%	4	1,73%	63,91%	5 313	76,4%	B
32	51-47485	F.PREP BD-AE 49x119 2XIC GD EC CL(NEW GD	31	46,97%	3	1,01%	85,51%	10 068	93,1%	B
33	51-49466	F.PREP BD-CY 99x118 IC PG EC WC(COIL 950	32	48,48%	2	0,95%	86,46%	1 218	93,3%	B
34	51-00833	F.PREP LI-LD 286 P IC PG EC WC	33	50,00%	2	0,95%	87,41%	6 504	94,5%	C
35	51-47135	F.PREP BD-CY 153x181 IC PG EC WC	34	51,52%	2	0,84%	88,25%	869	94,6%	C
36	51-33668	F.PREP BD-AE 52x161 EC WC	35	53,03%	2	0,84%	89,09%	3 983	95,3%	C

Figura 26 - Amostra da análise de Pareto aos códigos de fprep *standard*, segundo o número de ordens.

Por outro lado, na análise da totalidade de consumo, exposta na Figura 27, analisou-se que 20% dos artigos A representam aproximadamente 80% do consumo total e 50% dos artigos C, cerca de 10% do consumo. Nesta folha os restantes também foram classificados artigos B.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Códigos Criados	Descrição F PREP	Column	%artigos	Nº Folhas/Mês	% Folhas	% Folhas Acumulad	Nº Ordens/Mês	% Ordens	Classe
12	51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 SR IC PG EC WC 0,30	11	16,67%	11 980	2,06%	71,831%	5	53,81%	A
13	51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	12	18,18%	11 368	1,96%	73,787%	10	57,82%	A
14	51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	13	19,70%	10 920	1,88%	75,666%	4	59,41%	A
15	51-42224	F.PREP BD-TC 286x370 SR IC PG EC WC 0,30	14	21,21%	10 453	1,80%	77,465%	3	60,80%	B
16	51-43555	F.PREP BD-AE 65x240 EC WC (NEW SPEC 0,18)	15	22,73%	10 239	1,76%	79,227%	3	61,95%	B
32	51-00831	F.PREP LI-LD 188 IC PG EC WC	31	46,97%	2 783	0,48%	94,549%	2	83,20%	B
33	51-00832	F.PREP LI-LD 286 P EC WC	32	48,48%	2 769	0,48%	95,026%	2	83,92%	B
34	51-22842	F.PREP BD-CY 106 EC WC	33	50,00%	2 627	0,45%	95,478%	3	85,31%	C
35	51-49527	F.PREP BD-CY 99x118 EC WC (COIL 950)	34	51,52%	2 579	0,44%	95,922%	4	87,04%	C
36	51-31918	F.PREP LI-LD 188 1TEC WC FI	35	53,03%	2 304	0,40%	96,318%	2	87,79%	C

Figura 27 - Amostra da análise de Pareto aos códigos de fprep *standard*, segundo o consumo mensal.

Numa última folha do documento Excel, foram comparadas ambas as Análises de Pareto (Nº de ordens e Consumo), de modo a concluir a classificação final. Na Figura 28, é exibida a comparação, com um suporte visual, que permite à equipa do Planeamento, identificar esta classificação com base nas seguintes regras:

- os materiais que obtiveram uma classificação A em ambas as análises, adquiriram uma classificação final A;
- os materiais que obtiveram uma classificação B em ambas as análises, adquiriram uma classificação final B;
- os materiais que obtiveram uma classificação C em ambas as análises, adquiriram uma classificação final C;
- os materiais que obtiveram classificações diferentes nas duas análises, estão sujeitos a um estudo pelo Planeador, de maneiras a determinar qual a classificação a ser atribuída.

	A	B	C	D	E	G	H
1	Nº Ordens	Quantidade					
2	51-50214	A	A	AA		Avaliado como A	
3	51-33938	A	A	AA			
4	51-48012	A	A	AA		Avaliado como B	
5	51-47987	A	A	AA			
6	51-43554	A	A	AA		Avaliado como C	
7	51-47223	A	A	AA			
8	51-33666	A	A	AA		Sujeito a análise	
9	51-29078	A	A	AA			
10	51-33941	A	A	AA			
11	51-00882	A	B	AB			
12	51-50215	A	A	AA			
13	51-29079	A	A	AA			
14	51-54709	A	A	AA			
15	51-00869	B	B	BB			
16	51-43553	B	B	BB			
17	51-49527	B	C	BC			
18	51-31958	B	B	BB			
19	51-47222	B	B	BB			
20	51-33939	B	A	BA			
21	51-46666	B	B	BB			
22	51-49530	B	B	BB			
23	51-22842	B	C	BC			
24	51-33938	B	A	BA			

Figura 28 - Classificação final dos códigos de fprep *standard*.

Após realizar a análise ABC aos códigos de F Prep já existentes, foram selecionados para realizar o estudo sobre os métodos de previsão, os códigos com uma classificação final de A, pelo que são os códigos que revelam um maior peso de importância.

O objetivo do estudo aos códigos A de folha preparada, era compreender se subsistia a possibilidade de utilizar métodos de previsão, de modo a reduzir a incerteza da procura futura e diminuir o risco de equívoco na decisão do planeador.

Os códigos selecionados foram quantificados numa totalidade de 14 artigos, como é possível verificar na Tabela 4, e foram escolhidos para realizar a investigação inicial pelo motivo, de entre eles, estarem representados aqueles com maior quantidade e frequência de consumo, ou seja, apresentam um comportamento de consumo mais estável, diminuindo a probabilidade de causar grandes erros na análise de previsão.

Código	Nº Ordens	Quantidade	Classificações	Classe
51-50214	A	A	AA	A
51-33938	A	A	AA	A
51-48012	A	A	AA	A
51-47987	A	A	AA	A
51-43554	A	A	AA	A
51-47223	A	A	AA	A
51-33666	A	A	AA	A
51-29078	A	A	AA	A
51-33941	A	A	AA	A
51-00882	A	B	AB	A
51-50215	A	A	AA	A
51-29079	A	A	AA	A
51-54709	A	A	AA	A
51-33939	B	A	BA	A

Tabela 4 - Códigos de FPrep existentes com classificação final de A.

Depois de identificados os artigos destinados para o estudo deste projeto, foi feita uma recolha de dados do consumo de cada material, no ano presente de 2015, e dos três anos transatos. A informação foi extraída, a partir de uma transação do SAP, denominada “MB51”, que possui um arquivo de todos os movimentos do material e a respetiva data. Esta informação foi compilada e tratada numa folha de cálculo Excel.

6.2 Recolha e tratamento dos dados

Depois de identificados, os artigos destinados para o estudo deste projeto, foi feita uma recolha de dados, do consumo de cada material, no ano presente de 2015, e dos três anos transatos, 2012, 2013 e 2014 (Anexo R e S). A informação foi extraída, a partir de uma transação do SAP, denominada “MB51”, que possui um arquivo de todos os movimentos do material e a respetiva data. Esta informação foi compilada e tratada numa folha de cálculo Excel.

A recolha e tratamento de dados demonstrou-se, como um processo prolongado, visto que a maioria dos artigos em estudo, aparentemente, apresentavam consumos descontínuos, o que é desaconselhável para qualquer método de previsão, pelo que aumenta o grau de incerteza dos resultados. A descontinuidade do consumo deu-se a vários motivos:

- **a utilização da folha preparada alternativa;**
- **a utilização do material antigo marcado para eliminar** – quando existem alterações, na estrutura de qualquer material, como por exemplo, o número de camadas de verniz aplicadas, ou mesmo o tipo de verniz, este é substituído por um novo código. O novo código passa a ser descrito como subsequente, e o código antigo é eliminado. Esta alteração, normalmente é registada na base de dados, por quem efetua esta alteração;
- **a utilização do material antigo sem registo** – quando o material é indicado para substituição por um novo código, mas esta alteração não ficou registada;
- **a utilização de material alternativo marcado para eliminar** – quando o material alternativo é eliminado, este deixa de ser associado ao material *standard*. Além disto, o planeador não mantém o registo de todo o material alternativo que foi eliminado, dada a quantidade excessiva de informação que o planeador já possui para gerir.

Dadas as circunstâncias foi necessário pesquisar, recolher e coligir toda a informação relacionada. Estas ações foram realizadas, com o consentimento da equipa do Planeamento, visto que, sendo a folha preparada utilizada para vários artigos diferentes, a junção de consumos de códigos distintos poderia inferir em erro a análise dos seus padrões.

6.3 Análise dos dados

A análise dos dados teve com objetivo, a identificação do padrão das séries temporais, de maneira a avaliar que abordagens da gestão da procura deveriam ser utilizadas.

Para iniciar o estudo, os códigos foram divididos em três grupos: Grupo R, Grupo I, e Grupo A, que representam, respetivamente, família de Aerossóis, Industriais e Alimentares (Tabela 5). O objetivo desta divisão, foi a verificação e possível identificação de um padrão de consumo para cada grupo de artigos. Decidiu-se realizar esta divisão, após colocar algumas questões sobre a variação da procura à equipa do planeamento. Segundo a mesma, os aerossóis deveriam apresentar um consumo mais elevado no verão, pela existência de

aerossóis de inseticidas e de anti-transpirantes ou desodorizantes e os alimentares um elevado consumo na época de natal e páscoa.

Código	Descrição	Grupo
51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC (R89)	R
51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	R
51-48012	F.PREP BD-AE 65x300 IC GD EC WC (15 CRP)	R
51-47987	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC (15 CRP)	R
51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC (NEW SPEC 0,18)	R
51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	R
51-33666	F.PREP BD-AE 52x132 EC WC	R
51-33941	F.PREP BD-AE 57x207 EC WC	R
51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC WC HB 367	R
51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	R
51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	I
51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 IC PG EC WC (I67)	I
51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	A
51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1£ DAN CAKE	A

Tabela 5 - Divisão dos códigos de folha preparada por família.

Inicialmente, foi examinado o consumo semanal de cada código, com o fim de procurar a possibilidade de realizar uma previsão semanal. Contudo nesta análise, verificou-se que a maioria destes artigos, ao longo dos anos, não apresentam uma continuidade no seu consumo semanal. Concluiu-se então que, seria inútil a previsão semanal, pelo que o grau de incerteza seria muito elevado. Foi então decidido realizar uma análise mensal aos códigos seleccionados previamente.

6.4 Verificação da tendência

Para verificar se a série é ou não estacionária foi executada uma análise de regressão linear, de maneira a concluir se, estatisticamente, a série poderia ser considerada estacionária ou tendente. Esta verificação, pode ser analisada no Anexo B.

Para determinar o coeficiente de correlação, foi calculado o *R-Value*, a partir da seguinte função em Excel: =SQRT(RSQ(t ;y)); a função RSQ (*R-Squared Value*) relaciona a dependência das variáveis t_{n+1} e de y .

A variável t é uma variável temporal e representa o número de amostras adquiridas. A variável y corresponde ao consumo registado para cada valor de t . Sendo que os dados de consumo são do início do ano de 2012 até ao mês de Junho de 2015, então t varia até n ser igual a 42.

Depois de saber o valor de R de cada código, foram verificados quais os valores mínimos do coeficiente de correlação, dos graus de confiança de 95% e 99%, correspondentes a 42 observações. Os respetivos valores são: $R = 0.30$ para um grau de confiança de 95% e $R = 0.39$ para um grau de 99%. Estes valores podem ser confirmados na Tabela 3, apresentada no capítulo 5.

Para artigos com um menor número de amostras foram utilizados diferentes valores mínimos de R , consoante, então, o número existente de observações para estes códigos.

Comparando o valor real de R de cada artigo com os valores mínimos, é possível identificar se a série apresenta tendência ou é estacionária. Se o valor real de R foi inferior ao valor mínimo correspondente ao grau de confiança de 95%, significa que a série não apresenta

um declive suficientemente significativo para ser identificada como Série com Tendência, tratando-se então de uma série estacionária. Em caso contrário, a série apresenta tendência crescente ou decrescente.

Nas seguintes figuras 30 e 31, é possível notar algumas das observações efetuadas à evolução do consumo dos materiais examinados.

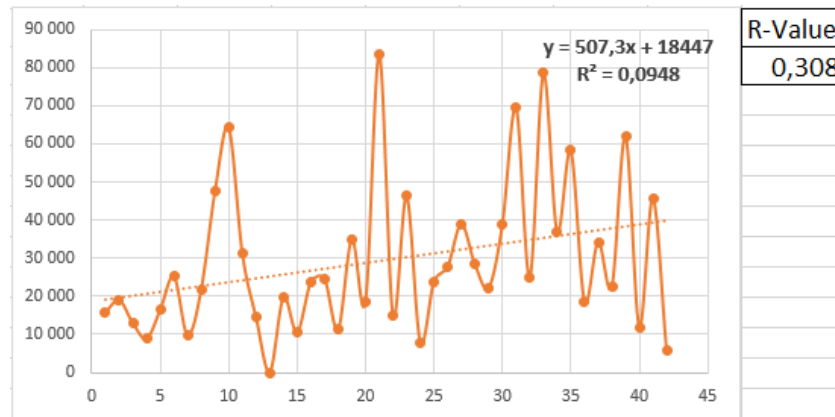


Figura 29 - Exemplo de Série com Tendência Crescente.

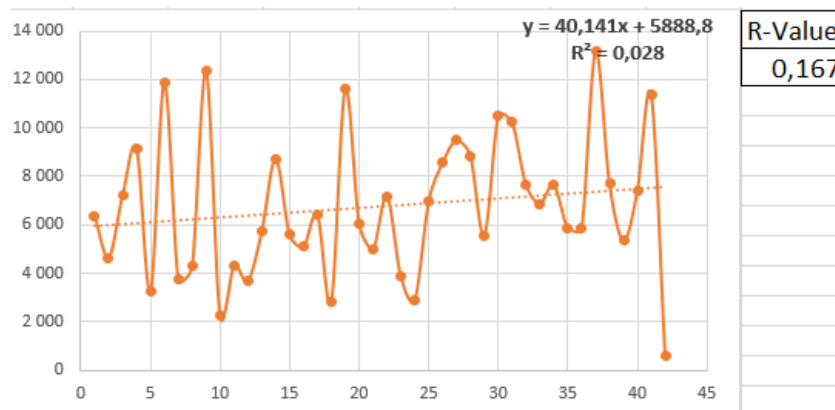


Figura 30 - Exemplo de Série Estacionária.

6.5 Verificação da sazonalidade

Além da tendência, é também importante verificar se existe algum fator sazonal que influencie o padrão da série temporal.

Para identificar a existência de componentes sazonais nas séries dos respetivos artigos, foi efetuada uma autocorrelação, das amostras dos anos de 2012, 2013 e 2014. Estes ensaios poderão ser verificados, no Anexo C.

Os ensaios de autocorrelação das séries temporais foram divididos em testes:

- mensal;
- bimestral;
- trimestral;

- por estações do ano.

Estas experiências foram efetuadas, de modo a identificar o padrão cíclico de cada série temporal e o valor de k correspondente, em que k representa o número de ciclos em cada período sazonal. Os ensaios mensais consistiram numa análise, onde k corresponde a um valor de 12 (meses). O ensaio bimestral consiste numa análise onde k é igual a 6 (bimestres). Por fim, os ensaios trimestrais e por estações do ano apresentam um número de quatro ciclos.

Embora os ensaios por trimestre e por estações do ano, apresentem um período de sazonalidade idêntico, estes diferem nos meses referentes a cada ciclo. Por exemplo, assumindo que o primeiro ciclo corresponde, ao primeiro trimestre ou à estação de inverno, os três meses correspondentes a este ciclo são, respetivamente, “Janeiro, Fevereiro e Março” e “Dezembro, Janeiro e Fevereiro”. Esta disparidade pode provocar uma alteração significativa no resultado final do teste de previsão.

O ensaio de autocorrelação foi realizado num ficheiro Excel, que pode ser visualizado nos anexos. Neste ensaio, é realizada uma análise aos resultados da correlação realizada para o lag k_x , em que k_x varia em função do número de ciclos de cada período. A partir de uma função “*offset*” é executada, automaticamente, a correlação dos vários lags.

Na Figura 31, é possível observar um exemplo de uma autocorrelação realizada a um dos artigos.

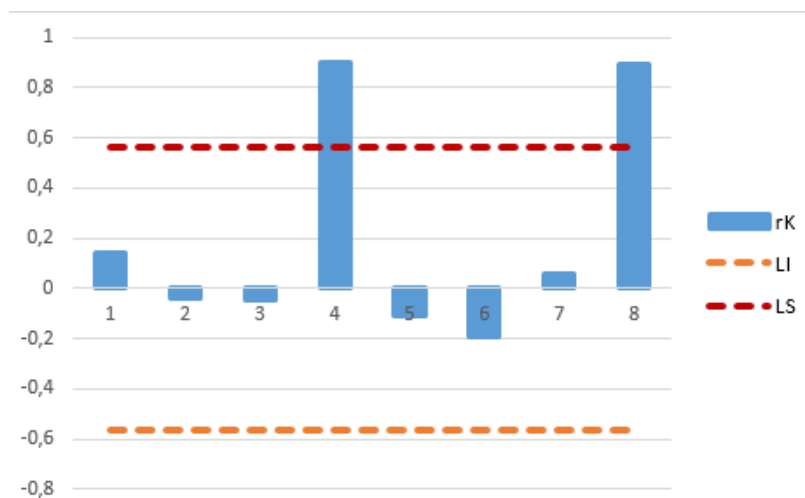


Figura 30 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, com significância estatística.

Como é possível verificar, na figura, foi realizada uma autocorrelação para $k=4$. Isto significa que, se a série apresentar sazonalidade, todos os valores de k que são múltiplos de 4 (neste caso são $k=4$ e $k=8$) deverão apresentar o valor mais elevado. Os limites apresentados na Figura 32, foram calculados a partir da equação (5.3), num intervalo de confiança de 95%, e representam um critério estatístico para verificar se a autocorrelação é significativa o suficiente para assumir a sazonalidade.

Porém existem casos, nos quais não é possível identificar sazonalidade estatisticamente. Nestes casos foi realizada uma análise crítica aos valores identificados na correlação e uma comparação visual com as respetivas representações das séries temporais. Na Figura 32, está

representado uma destas ocorrências, note-se que os valores de $k=4$ e $k=8$, são os valores mais altos da correlação, sendo assim a série foi identificada como sazonal.

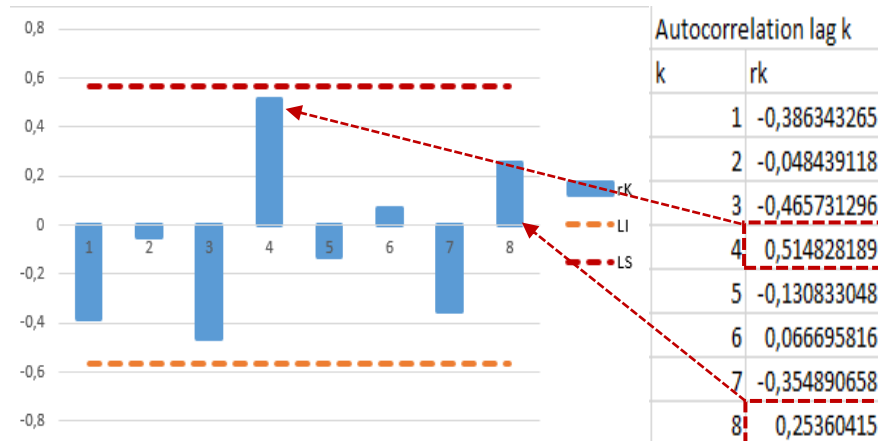


Figura 31 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, sem significância estatística.

Se os resultados dos ensaios de autocorrelação não corresponderem aos critérios, anteriormente, definidos, então a série não apresenta sazonalidade. Na Figura 33, está representado um exemplo de um artigo, em que o padrão do consumo não apresenta sazonalidade.

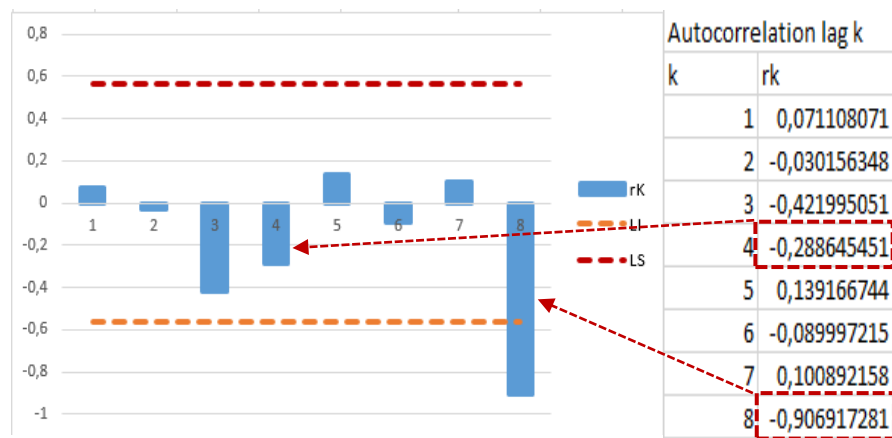


Figura 32 - Teste de autocorrelação, por estações do ano, a uma série sem sazonalidade.

Na Tabela 6, estão representadas as observações finais, as quais deram fruto à decisão de que métodos deveriam ser utilizados para realizar a previsão dos consumos da folha preparada. As conclusões obtidas, tiveram como base as análises descritas neste subcapítulo. A decisão do critério da sazonalidade foi concluída com base nos melhores resultados da autocorrelação, sendo que a tendência foi rematada apenas a partir da análise estatística e visual.

Código	Descrição	Grupo	Tendência	Sazonalidade
51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC (R89)	R	—	—
51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	R	Não	Não
51-48012	F.PREP BD-AE 65x300 IC GD EC WC (15 CRP)	R	Decrescente	Trimestral
51-47987	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC (15 CRP)	R	Não	Bimestral
51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC(NEW SPEC 0,18)	R	Não	Mensal
51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	R	Decrescente	Não
51-33666	F.PREP BD-AE 52x132 EC WC	R	Decrescente	Não
51-33941	F.PREP BD-AE 57x207 EC WC	R	Não	Estações do ano
51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC WC HB 367	R	—	—
51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	R	Decrescente	Não
51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	I	Não	Estações do ano
51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 IC PG EC WC(I67)	I	—	—
51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	A	Crescente	Estações do ano
51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1£ DAN CAKE	A	Crescente	Estações do ano

Tabela 6 - Observações finais da análise de tendência e sazonalidade.

Com base nestas observações, foram selecionados os seguintes modelos para o estudo da previsão:

- Média Móvel Simples;
- Amortecimento Exponencial Simples;
- Amortecimento Exponencial Duplo ou Holt;
- Amortecimento Exponencial Triplo ou Holt-Winters.

Esta opção justifica-se pelo fato, do comportamento das várias séries temporais, de cada artigo, diferenciarem-se significativamente, pelo que existem séries estacionárias, com tendência e com sazonalidade. Os modelos MMS e AES, apenas são sustentadas se a série for estacionária, ou seja, se a série flutuar em torno de uma média aparentemente constante, ao longo do tempo. Sendo que isto não se verifica em todos os artigos, é necessário utilizar também metodologias que assumem a divergência e a sazonalidade das séries temporais.

6.6 Ensaios dos modelos de previsão

Os modelos de previsão, que serão descritos a seguir, foram testados em todos os códigos de folha preparada, numa folha de cálculo Excel, e podem ser vistos nos anexos (D a K). Neste subcapítulo, serão apenas fornecidos alguns exemplos de análises às séries em estudo.

Os modelos de previsão também foram baseados nos seguintes pressupostos:

- o valor estimado é somente calculado para um período futuro, $k=1$. Este critério foi decidido, pelo risco de obsolescência do material, sendo que apenas se justifica a previsão para um mês. Os resultados da análise trimestral e por estações do ano foram divididos por 3, de modo obter a previsão mensal;
- para os modelos MMS, AES e AED, é considerado um período de análise de 18 meses;

- para o modelo de HW, é selecionado um período de análise de 30 meses. A dimensão do período de inicialização do modelo, é atribuído consoante o tipo de análise: Mensal, Bimestral, Trimestral e por Estações de Ano, sendo o valor de s , respetivamente, igual a 12, 6 e 4;
- os parâmetros de amortecimento, de cada série, são otimizados, a partir da utilização da ferramenta *Solver* do Excel, de modo a reduzir o erro quadrático médio;
- os consumos da folha preparada *standard*, incluem o consumo do material alternativo atual e antigo, e do material antecedente, de modo a simular um melhor padrão do histórico das séries temporais;
- as melhores previsões foram selecionadas, com base no erro médio percentual.

Média móvel simples

Para a construção do modelo MMS, foi assumido um número de períodos, N , igual a 3, para o cálculo da média móvel, n_t . Neste modelo, também se assumiu que o período de análise seria de 1 ano e meio, ou seja, 18 meses.

O cálculo da previsão, foi baseado na equação (5.4), pelo que a previsão para Z_{t+1} , corresponde sempre à média dos últimos três meses.

Na Figura 34, está representada uma média móvel aritmética do período histórico de consumo, numa série classificada como estacionária e sem sazonalidade:

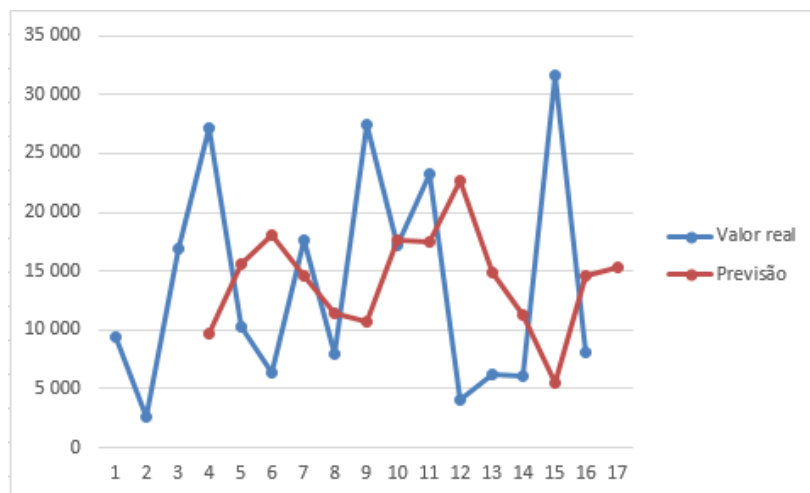


Figura 33 - Média Móvel Simples a uma série estacionária e sem sazonalidade.

Amortecimento exponencial simples

O modelo AES, consistiu no cálculo da média móvel amortecida, do histórico de consumo, pelo que foi calculado a partir da equação (5.3). O fator de amortecimento alfa, foi otimizado, para cada código, utilizando a ferramenta do *Solver*, de modo a encontrar o melhor valor de alfa, para o mínimo erro quadrático médio. Na Figura 35, está ilustrado um exemplo de uma média móvel amortecida, à mesma série representada na Figura 34:

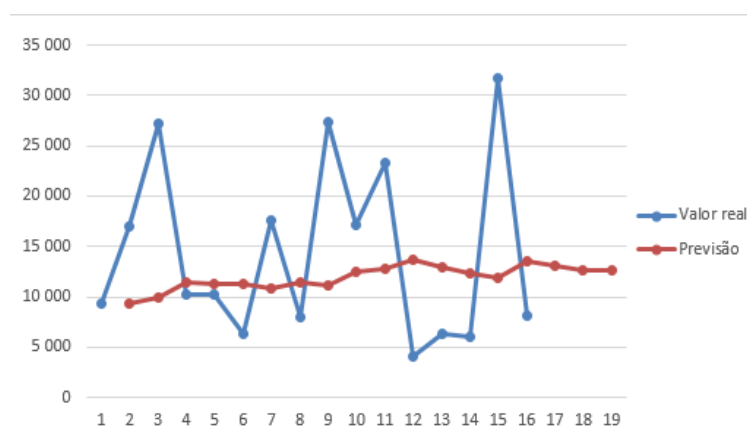


Figura 34 - Amortecimento exponencial simples a uma série estacionária e sem tendência.

Note-se que, que a linha descrita pelos valores estimados, apresenta um padrão diferente, isto dá-se ao fato, do efeito de amortecimento, que procura encontrar um ponto em que o desvio entre o valor real e o valor estimado é mínimo.

Nesta metodologia, assume-se que o valor da média amortecida, n_t , no instante $t=1$, é igual ao valor real, Z_t , e o valor da quantidade estimada, corresponde à média amortecida no período antecedente.

Método de Holt

O objetivo do ensaio do Método de Holt, foi analisar o comportamento da previsão quando existe um impacto da componente tendência na série cronológica.

Para proceder ao cálculo da média amortecida, foram executadas as equações (5.6) e (5.7). A equação (5.7) foi calculada de modo a estimar os valores de n_t , com o efeito de amortecimento do parâmetro alfa. Esta equação procura atribuir um peso maior ao valor real, no instante t , ou ao valor estimado, no instante $t-1$. O valor estimado inclui o efeito da tendência, sendo que ao valor de n_t é adicionado b_t (componente tendência). A componente b_t é calculada partir da equação (5.8). Esta expressão permite alisar e estimar o comportamento da tendência, através do fator de amortecimento β , otimizado a com o *Solver*. Neste método, assume-se que para o instante em que t é igual a 1, a tendência é nula e a valor estimado é igual ao valor real.

Na Figura 36, está representada a aplicação deste método, a um artigo que na sua série temporal, apresenta uma tendência decrescente, mas não apresenta sazonalidade



Figura 35 - Amortecimento Exponencial Duplo a uma série com tendência e sem sazonalidade.

Método de Holt-Winters

O método de HW, é indicado para séries temporais que apresentem sazonalidade. Por este motivo, este modelo de amortecimento exponencial foi testado, de maneira a compreender o comportamento da função estimada, quando a componente sazonal existe.

O estudo do mesmo, dividiu-se em quatro grupos: análise mensal, bimestral, trimestral e por estações do ano, de acordo com a análise sazonal, previamente introduzida. Para realizar a previsão, neste método, foi utilizado um período mais ampliado, em relação aos métodos anteriormente descritos, de 30 meses. Os primeiros 12 meses, foram dedicados à inicialização do método, de modo a encontrar a componente sazonal. Os restantes 18 meses, serviram para o ajuste e adaptação da série temporal, com o fim de obter uma previsão mais consistente.

Para inicializar o modelo, foram equacionadas as expressões (5.13), (5.14) e (5.15). Na fórmula (5.13), conforme o tipo de análise, a extensão do período sazonal, s , variou entre os valores de 4 (trimestral e estações), 6 (bimestral) e 12 (mensal). A partir da equação (5.15) foram então, calculados os índices sazonais. No período s , foi atribuída uma tendência nula (equação 5.14).

O processo de ajustamento da série cronológica, foi realizado a partir da formulação das equações (5.10), (5.11) e (5.12). De modo a estimar, respetivamente, os índices sazonais, a média móvel, dessazonalizada, dos valores, e a componente tendência. A equação (5.9) permitiu a parametrização dos índices sazonais, com o efeito de amortecimento de γ . A fórmula (5.10) permite a remoção da componente sazonal e o cálculo da média móvel, amortecida pelo fator α . A componente tendência, tal como no modelo AED, é alisada pelo fator β , através da equação (5.11). Os parâmetros, α , β e γ , foram otimizados na ferramenta *Solver*.

No final a previsão, para $k=1$, foi concluída com a equação (5.12), onde foram somadas todas as componentes, n_t , b_t e z_t .

Na Figura 37, está exposto um amortecimento exponencial triplo, ao mesmo artigo, que apresenta sazonalidade, segunda as análises: mensal, bimestral, trimestral e por estações do ano.

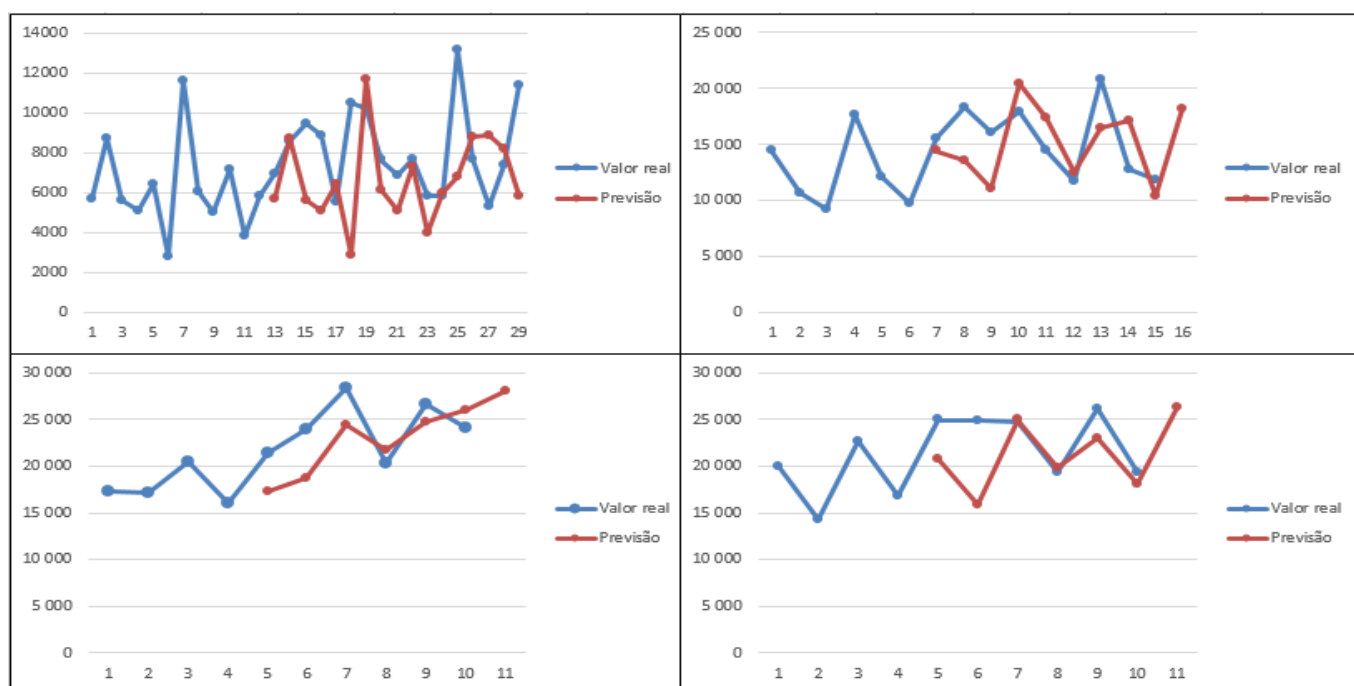


Figura 36 - Análise HW: Mensal (canto superior esquerdo), Bimestral (canto superior direito), por Estações (canto inferior esquerdo) e Trimestral (canto inferior direito), a um código com sazonalidade.

6.7 Avaliação dos modelos de previsão

Depois da estruturação dos modelos de previsão, foi executada uma avaliação, através dos resultados obtidos.

A avaliação dos modelos de previsão, foi maioritariamente baseada nos desvios quadráticos médios e nos desvios percentuais. Estes foram calculados através das equações (5.18) e (5.19), obtidas a partir na equação base (5.16), que consiste, na diferença entre o valor estimado e o valor real. Também existiu uma avaliação qualitativa e empírica, com o apoio da equipa do Planeamento, de maneira a entender se os valores obtidos, se ajustavam com a realidade.

Contudo, o principal critério de avaliação foi o erro médio percentual, visto que este permite verificar a grandeza e significância do desvio.

Na Tabela 7, estão representados os erros percentuais, de cada código, em todos os métodos de previsão.

Códigos	MMS	AES	AED	HWM	HWB	HWT	HWE
51-50214	81%	73%	69%	82%	70%	96%	76%
51-33938	86%	94%	89%	207%	68%	64%	71%
51-48012	84%	100%	100%	76%	54%	26%	28%
51-47987	78%	49%	50%	99%	75%	47%	37%
51-43554	101%	97%	94%	67%	48%	52%	44%
51-47223	99%	63%	75%	146%	123%	67%	76%
51-33666	116%	100%	96%	109%	65%	64%	40%
51-33941	138%	120%	113%	128%	63%	67%	104%
51-50215	86%	69%	67%	48%	53%	41%	45%
51-33939	84%	65%	67%	234%	61%	147%	96%
51-00882	27%	25%	26%	111%	49%	13%	13%
51-54709	73%	63%	60%	108%	73%	37%	37%
51-29078	69%	60%	57%	78%	86%	26%	45%
51-29079	48%	42%	41%	57%	49%	42%	57%
Total Média	84%	73%	72%	111%	67%	56%	55%

Tabela 7 - Desvio médio percentual para os códigos, em cada método de previsão.

Como é possível observar, na Tabela 7, de um modo geral, as previsões das séries apresentam um erro bastante elevado, isto deve-se muito à irregularidade dos consumos e dos elevados desvios padrões.

Na tabela, estão marcados a amarelo os menores erros percentuais de cada artigo. Note-se, que os modelos de Holt-Winters foram aqueles que obtiveram um melhor resultado.

Porém, o modelo de Winters Mensal, é aquele que exhibe um maior desvio, de entre todos os modelos. Isto justifica-se pela anormalidade da procura.

Ao longo da análise sazonal, verificou-se que os picos de consumo ocorriam em certas alturas do ano, ou seja, se esta ocorrer no verão, tanto pode ser no mês de Junho ou no mês de Julho. Esta discrepância provoca o erro significativo deste método de previsão. Note-se também que as melhores estimativas ocorrem nos modelos HW Trimestral e por Estações do ano, muito pelo motivo descrito neste parágrafo.

Os modelos MMS, AES e AED, apenas ostentam um erro reduzido, quando o desvio padrão da série é menor. Dados os resultados, confirmou-se que estes modelos podem ser substituídos pelos modelos de HW, visto que os seus parâmetros podem ser ajustados consoante o tipo da série temporal.

6.8 Gestão de stocks

Depois de uma análise aos vários sistemas de revisão de inventários, concluiu-se que uma revisão contínua (s,Q) seria a mais indicada, dadas as características da empresa. Este sistema foi selecionado, pelos seguintes motivos:

- existe uma grande irregularidade de consumo e uma grande variedade de artigos para serem analisados. Neste caso uma revisão periódica, implicaria a análise de todos os materiais, dificultando a análise do planeador;
- o risco de criar material obsoleto, suscitou a necessidade de economizar as quantidades a serem produzidas, pelo que foi selecionada a atribuição de uma quantidade económica a encomendar cada artigo.

De modo a analisar este modelo, foi realizada uma pesquisa, de modo a determinar os dados para efetuar o cálculo da quantidade económica a encomendar e o ponto ótimo de encomenda. Nos seguintes subcapítulos serão descritos os passos seguidos para a formulação destes cálculos.

Quantidade económica a encomendar

A quantidade económica a encomendar foi calculada a partir da conhecida fórmula de Wilson, dada pela equação número (5.20), com base nos seguintes pressupostos:

- assume-se, que sempre que é aplicado uma camada de verniz, é operado um *setup* na linha de envernizamento;
- considera-se como custo de encomenda, o custo de execução de *setup*;
- a quantidade económica é apenas calculada para um mês, dado o risco de obsolescência do material;
- assume-se que a Linha 2, apenas é utilizada para Verniz Exterior (esmalte branco, primário, tc), a Linha 4, apenas é utilizada para Verniz Interior (verniz ouro, pigmentado, etc.) e a Linha 6 é utilizado para os restantes vernizes.

Para efetuar o cálculo, foi fundamental, selecionar os dados necessários para alimentar a equação de Wilson (Anexo N). Estes dados correspondem a:

- custos de encomenda;
- custos de posse;
- quantidade da procura.

Tratando-se, de um inventário intermédio do processo produtivo, os custos de encomenda não podem ser descritos como os custos tradicionais (custo de transporte, custo de aquisição ao fornecedor, etc.). Sendo assim, o custo de encomenda foi avaliado, apenas, como o custo de *setup* das linhas de envernizamento, pelos seguintes motivos:

- o custo de transporte da folha preparada às linhas não é significativo, pelo que não foi contabilizado;
- a folha preparada é um requisito indispensável para o processo produtivo, sendo constantemente produzida. Assim, não se justifica considerar os custos de produção da folha.

Os custos de *setup*, diferenciam-se em todas linhas da litografia, e são contabilizados, pela Gestão Financeira da Colep, do seguinte modo:

- custos de paragem da linha de envernizamento;
- custos de mão-de-obra;
- custo de material de trabalho.

Na Tabela 8, estão representados os custos de *setup*, pelas três linhas de envernizamento utilizadas: Linha 2, 4 e 6, e o respetivo tempo médio de paragem em cada linha, quando é realizado um *setup*. Ambos são valores arredondados.

Linha	2	4	6
Custo de <i>setup</i> / h	84 €	72€	74 €
Tempo médio de paragem	26 min	23 min	30 min
Custo de <i>setup</i>	36€	28€	37€

Tabela 8 - Custos de *Setup* das linhas de envernizamento.

O custo de encomenda para cada artigo foi calculado com base, no número de camadas de verniz que são aplicadas. Por exemplo, se a folha preparada possuir uma camada de esmalte branco (verniz exterior) e uma camada de verniz ouro (verniz interior), então o seu custo de encomenda será o somatório dos custos de *setup* na linha 2 e da linha 4, ou seja, $36€ + 28€ = 64€$.

Para o custo de posse unitário, foi aplicada uma taxa anual de 6,11% aos custos de produção de cada artigo. O custo de produção é quantificado, também pela Gestão Financeira, e inclui os custos de mão-de-obra, custo de material, etc.

Na Tabela 9, estão representados os custos de produção por unidade de cada artigo, e o custo de armazenamento por unidade. O custo de armazenamento é calculado através do produto do custo de produção e taxa de posse mensal ($6,11\%/12$).

Código	Descrição	CPU	CAU
51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC (R89)	1,06€	0,005 €
51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	0,90€	0,005 €
51-48012	F.PREP BD-AE 65x300 IC GD EC WC (15 CRP)	1,33€	0,007 €
51-47987	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC (15 CRP)	1,26€	0,006 €
51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC(NEW SPEC 0,18)	0,90€	0,005 €
51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	0,97€	0,005 €
51-33666	F.PREP BD-AE 52x132 EC WC	0,93€	0,005 €
51-33941	F.PREP BD-AE 57x207 EC WC	1,03€	0,005 €
51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC WC HB 367	1,11€	0,006 €
51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	0,85€	0,004 €
51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	1,50€	0,008 €
51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 IC PG EC WC(I67)	1,30€	0,007 €
51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	0,96€	0,005 €
51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E DAN CAKE	0,70€	0,004 €

Tabela 9 - Custos de posse unitária da folha preparada. CPU - Custo de Posse Unitário; CAU - Custo de Armazenamento Unitário

Finalmente, a quantidade da procura utilizada para o cálculo da quantidade económica, foi o melhor resultado da previsão efetuada, anteriormente, com os modelos de previsão. Os melhores resultados foram selecionados pelo menor erro médio percentual.

Na Tabela 10, estão exibidos os valores da procura, baseados, na previsão realizada obtidos do cálculo da quantidade económica de Wilson:

Códigos	Procura	QEE
51-50214	9 855	9 580
51-33938	42 759	24 975
51-48012	24 739	22 247
51-47987	29 848	21 212
51-43554	60 303	31 089
51-47223	31 410	23 038
51-33666	24 825	18 348
51-33941	10 577	16 969
51-50215	15 441	19 744
51-33939	45 029	22 406
51-00882	16 225	17 297
51-54709	39 515	30 311
51-29078	17 833	19 885
51-29079	11 080	14 501

Tabela 10 - Quantidade económica a encomendar para o mês seguinte.

Ponto de Encomenda

O ponto ótimo de encomenda foi calculado com o objetivo de obter uma resposta à variabilidade e à irregularidade dos consumos, e teve como base os seguintes pressupostos:

- o nível de serviço utilizado para o cálculo dos stocks de segurança é de 95%. Este valor foi selecionado, por ser um dos objetivos da empresa;
- o lead time de entrega, foi considerado 1 semana, sendo que o plano de produção da litografia decorre durante uma semana;
- considerou-se o consumo médio durante o prazo de entrega, a média do consumo semanal, calculado a partir da divisão do consumo mensal por 4.

Para o efetuar o cálculo foi utilizada a expressão (5.21), que é dada pela soma entre a quantidade de consumo durante o lead time de produção e os stocks de segurança (Anexo M).

O cálculo do stock de segurança foi realizado, utilizando um fator de serviço, correspondente a um nível de 95% e um fator lead time correspondente a 1 semana. Este fator foi calculado em Excel, a partir da função =Normsinv, que permite obter o inverso da distribuição normal. O cálculo final foi executado a partir da equação (5.22)

O desvio padrão do consumo foi obtido a partir do histórico dos últimos 12 meses de consumo.

Na Tabela 11, é possível verificar os resultados obtidos para a o stock de segurança e para o ponto ótimo de encomenda, para o mês previsto:

Código	Consumo Médio	St Dev	Stock Segurança	Ponto de encomenda
51-50214	119 338	85 383	33616	63450
51-33938	91 999	41 622	16387	39387
51-48012	37 147	20 713	8155	17441
51-47987	64 385	29 907	11775	27871
51-43554	22 392	14 027	5523	11121
51-47223	14 189	8 683	3418	6966
51-33666	21 171	4 840	1906	7198
51-33941	34 684	34 682	13655	22326
51-50215	18 763	11 687	4601	9292
51-33939	12 708	10 979	4323	7500
51-00882	7 835	1 704	671	2629
51-54709	10 488	5 939	2338	4960
51-29078	38 920	19 620	7725	17455
51-29079	56 886	32 261	12701	26923

Tabela 11 - Resultados de stock de segurança e ponto de encomenda.

6.9 Apreciação dos resultados

Como é possível verificar, os modelos de previsão, não permitem obter uma previsão totalmente acertada, visto que a probabilidade de erro, é elevada. Porém estes permitem reduzir a incerteza e estimar um valor que se aproxime, o máximo possível, dos valores reais.

Conclui-se também que, de todos os modelos testados, o modelo de HW é o mais adequado, visto que, existem diversos artigos, que nas suas séries temporais, apresentam sazonalidade. Este modelo, também é considerado o mais apropriado, sendo que a possibilidade de ajuste dos parâmetros de amortecimento, permite a previsão de séries que não apresentem sazonalidade e tendência. Sendo assim, é possível verificar, na análise aos erros percentuais obtidos. Porém, o Modelo de HW necessita de ser alimentado, com um histórico de consumo completo, ou seja, neste caso é necessário a existência de um historial mínimo de 30 meses. Se tal não for verificado, então o mais indicado será utilizar um método de Amortecimento Exponencial Duplo ou Simples.

Na avaliação dos ensaios realizados, determinou-se que os modelos de Holt-Winters, que possuíam um estudo trimestral e por estações do ano, apresentavam as melhores previsões, especialmente, quando a série apresentava sazonalidade. Contudo, a cobertura máxima de stock definida pelo Planeamento, é de um mês, o que requer uma previsão mensal. Isto remete para uma perda de precisão do valor estimado, nestes modelos, visto que a previsão mensal é determinada após a divisão do resultado trimestral ou por estações do ano (Previsão/3).

No cálculo da quantidade económica a encomendar, os custos de encomenda não são totalmente explícitos, pelo que foram determinados através de uma análise empírica, juntamente com a equipa do Planeamento, o que pode causar desvios nos resultados obtidos. O fato de utilizar os resultados das previsões para o cálculo da quantidade económica,

também pode induzir em erro o resultado, sendo que se trata apenas de um valor estimado, que poderá ou não apresentar, uma proximidade da realidade.

Avaliando os resultados do ponto de encomenda, verificou-se que para alguns dos materiais observados, apresentavam um stock de segurança mensal, bastante elevado. Este fato, justifica-se pelos elevados desvios padrão existentes no padrão de consumo dos artigos e a ambição de atribuir um nível de serviço de 95%. Os elevados desvios padrão, resultam de picos de consumo, em certos períodos das séries cronológicas, e estes podem ser justificados por encomendas em massa, previsões do cliente, etc.. Contudo, este não foi um estudo realizado neste projeto, sendo uma oportunidade de melhoria em projetos futuros.

7 Conclusão do trabalho

7.1 Contribuições para a empresa

Ao longo do projeto, foram realizados alguns trabalhos que irão prestar um auxílio ao planeador na Gestão de Stocks da Folha Preparada, e estes são os seguintes:

- ferramenta para revisão periódica dos códigos da folha preparada;
- ferramenta de compilação dos consumos da folha preparada;
- ferramenta de previsões;
- melhoria na ferramenta utilizada atualmente.

Ferramenta de revisão periódica

A ferramenta criada para revisão periódica dos códigos de folha preparada, consistiu no aproveitamento da Análise ABC efetuada aos códigos existentes. Sendo que, inicialmente, esta análise foi executada em um ficheiro Excel, então foram realizadas melhorias neste ficheiro, direcionadas a acessibilidade e simplicidade de uso da ferramenta, pelo utilizador.

Este utensílio, permite ao Planeador, de um modo mais estruturado e organizado, decidir que códigos devem permanecer existentes e quais devem ser criados. É possível verificar a ferramenta nos anexos.

Ferramenta de compilação de dados

Aquando a recolha de dados, foi concebido um ficheiro para a compilação e organização dos mesmos. A construção deste ficheiro, também teve em conta a facilidade de acesso do utilizador futuro (Planeador).

Esta ferramenta, permite ao planeador, mais facilmente obter os dados históricos de consumo, e estabelecer uma melhor relação entre os consumos dos códigos *standards* e alternativos.

Ferramenta de previsões

Os modelos de previsão foram, também, construídos com o intuito de promover ao Planeador, uma ferramenta de fácil uso.

Esta ferramenta, é alimentada com os dados provenientes da ferramenta de compilação de dados, e tem a capacidade de recorrer a uma atualização automática, apenas recorrendo a funções do Excel.

Porém, esta ferramenta possui a desvantagem, de ser requerida a otimização dos parâmetros de amortecimento, sendo que é necessário utilizar o *Solver* para cada um dos artigos. Este é um caso, que se encontra em processo de melhoria.

Melhoria na ferramenta atual do planeador

Uma das dificuldades do planeador, era a identificação do consumo semanal, sendo que este apenas dispunha de consumos mensais. O consumo semanal era calculado a partir da média mensal.

Depois de alguma pesquisa, foi encontrado um modo de extrair, informação semanal do SAP. Com isto, foi aplicada uma melhoria que está representada na Figura 38:

Material	Material Description	W24	W25	W26	W27	Weekly Average	Weekly orders
51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	15005	14522	557	13000	10771	71,8%
51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC HB 367	0	0	0	25000	6250	25,0%
51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC(NEW SPEC 0,18)	0	0	0	0	0	0,0%
51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	20056	19254	21543	18524	19844,25	92,1%

Figura 37 - Análise do consumo semanal, implementada na ferramenta atual do Planeador.

Como é possível observar na figura, quanto mais o consumo for constante nas últimas, maior a percentagem, sendo que de um modo visual, o planeador consegue perceber se o comportamento do consumo semanal, auxiliando-o na sua decisão. É importante indicar que os consumos também são atualizados automaticamente no ficheiro, sendo apenas necessário alimentar a ferramenta de compilação.

7.2 Conclusões finais e propostas de trabalho futuro

Em síntese do trabalho realizado, este serviu como um contributo, para uma das melhorias a serem desenvolvidas no Setor da Litografia, que atualmente enfrenta duras dificuldades, no que toca ao cumprimento do Plano de Produção, muito devido ao fato da complexidade do processo e à alta exigência do Cliente.

De fato, a falta de folha preparada, durante o processo produtivo, demonstra um impacto negativo relevante, e trata-se de uma grande oportunidade de melhoria, para a contribuição do progresso do projeto da Aderência ao Plano da Litografia.

O trabalho desenvolvido dentro da empresa, trata-se de uma proposta de melhoria, visto que não foi implementada uma solução robusta. Porém, trata-se de um avanço para a resolução deste problema, que afeta implicitamente, o setor de impressão. As ferramentas trabalhadas durante o projeto, poderão ser também aproveitadas no futuro, como um contributo da gestão da folha preparada.

Por exemplo, os métodos de previsão ensaiados, durante o estágio, poderão fornecer ao planeador uma melhor visibilidade para o futuro, o que irá facilitar, a sua análise e decisão final. Métodos como o Holt-Winters, permitem identificar automaticamente um padrão de uma série e extrapolar valores futuros que se aproximem dos valores reais. Entretanto este método de previsão, apenas, pode ser utilizado para artigos que já possuam um historial de

consumo longo. Atualmente, a exigência do mercado, implica uma constante adaptação às suas necessidades, o que implica um ciclo de vida curto e uma variação constante, dos materiais produzidos pela empresa. Dada esta rotação, é necessário ter em conta os materiais que não possuam ou possuam um historial reduzido. Nestes casos, poder-se-ão utilizar métodos mais simples, como por exemplo, a média móvel simples ou amortecimento exponencial simples.

Numa análise crítica aos resultados obtidos nas previsões, concluiu-se que estes se assimilam à realidade, pelo que, por norma, seguem um padrão plausível. Porém, os resultados resultaram de uma simulação, onde os valores foram confrontados com valores reais históricos. Sendo que não foi possível, executar uma observação e comparação em tempo real, entre os valores obtidos e os valores reais, é necessária uma avaliação mais extensa, de modo a obter uma validação mais completa.

Finalizando esta análise, é importante referir que métodos de previsão, devem ser vistos como uma solução temporária, visto que quanto menor for a dependência destes modelos, mais eficiente se tornará a empresa (Hoole & Mandana, 2005). Para tal, será necessário analisar novas estratégias, de maneira a criar um panorama de visibilidade mais alargado.

A análise de sistemas de controlo de inventários, tem por fim, a proposta de uma nova metodologia de gestão de inventários. O sistema escolhido para análise, apresenta cálculos simples, mas que poderão oferecer um maior e mais eficiente controlo que o atual. Entretanto, este sistema pode ser otimizado, através de novos estudos.

Os resultados calculados, através dos métodos de previsão e da gestão de stocks, têm como finalidade alimentar um ficheiro que se encontra em construção, e que vem substituir a atual ferramenta de gestão de inventários do planeador, de modo a apoiar mais eficientemente, o planeador, na sua decisão semanal.

É importante, também, referir que todos estes ensaios, apenas foram realizados aos códigos de classe A, por limitações do período de estágio, pelo que é necessário o tratamento dos dados dos códigos de classe B. Contudo, deixo à empresa procedimentos definidos de como realizar este tratamento.

Para propostas de trabalho futuro, sugiro uma análise ao cálculo dos stocks de segurança, de modo a otimizar as quantidades a serem armazenadas. Um exemplo, seria uma observação aos picos do consumo, que aumentam o desvio padrão das séries, de modo compreender se estes se tratam de um pico sazonal ou uma encomenda Make to Stock do cliente. Para complementar este estudo, poderia ser efetuada uma análise 3 sigma, de modo a analisar com comportamento de distribuição das séries.

Uma outra proposta seria, um ensaio de outros modelos de previsão que não foram experimentados neste projeto, como por exemplo, o modelo ARIMA, Box-Jenkins e Decomposição Clássica, entre outros.

Sugeria também, o estudo de uma estratégia de gestão de stocks para os códigos de folha preparada que foram recentemente criados. Visto que estes não apresentam qualquer histórico de consumo, é difícil realizar uma análise utilizando os métodos previamente introduzidos.

Para finalizar, gostaria de dizer, que este projeto/estágio foi um contributo para a aquisição de novas competências úteis para ingressar no universo empresarial. Este projeto, permitiu-me adquirir novos conhecimentos, tanto académicos, como técnicos e profissionais,

que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Refiro também, que foi gratificante e interessante conhecer o mundo industrial, através de uma empresa de uma dimensão vultuosa como a Colep.

8 Bibliografia

- Adam, Jr, E. E., & Ebert, R. J. (1992). *Production and Operations Management - Concepts, Models and Behavior*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International Editions.
- Almada-Lobo, B. (2014). *Quantitative Methods for Management*. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto.
- Axsäter, S. (2006). *Inventory Control*. Lund: Springer's International Series.
- Ballou, R. H. (1992). *Business Logistics Management*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc e Simon & Schuster Company.
- Garcia, E. S., Reis, L. T., Machado, L. R., & Filho, V. M. (2006). *Gestão de Estoques - Otimizando a Logística e a Cadeia de Suprimentos*. Rio de Janeiro: Petrobras E-papers.
- Gonçalves, J. F. (2010). *Gestão de Aprovisionamentos*. Porto: Pubblindústria, Edições Técnicas.
- Guedes, A. P. (2006). *Planeamento Integrado e Gestão de Stocks*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Hadley, G., & Whitin, T. M. (1963). *Analysis of Inventory Systems*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Heinritz, S. F., & Farrell, P. V. (1971). *Purchasing: Principles and Applications*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hoole, R., & Mandana, S. (Novembro de 2005). Three Forecasting Building Blocks for Supply Chain Excellence. *Chief Supply Chain Officer Magazine*.
- Makridakis, S., & Wheelwright, S. C. (1989). *Forecasting Methods for Management*. New York: John Wiley & Sons.
- Tanaka, T., & Odanaka, T. (1987). On ABC Analysis of Multi-Item Inventory Problem. *Mathematic Modelling*, 725-728.
- Vasconcelos, B. (2008). *Gestão de Stocks*. Porto.
- Vasconcelos, B. (2010). *Métodos de Previsão*. Porto.
- Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

ANEXO A: Descrição dos processos do Planeamento da Folha Preparada

Conceptual Model

1. Planeamento da Folha Preparada

1.1. Objetivo

O objetivo deste processo é decidir a quantidade de folha a preparar.

1.2. Princípios básicos do processo

Este processo inicia quando o Customer Service insere os pedidos semanais dos clientes (Make-to-Order) e as previsões dos mesmos (Make-to-Stock) no sistema. Este evento despoleta necessidades de litografia que são convertidas em ordens de produção por parte do planeador. Estas ordens por sua vez vão gerar necessidade de folha preparada que será, também, analisada pelo planeador.

Na análise do planeador é verificada a disponibilidade de material em stock, nomeadamente folha já preparada, folha corta ou coil. Na mesma análise o planeador verifica se pode ou deve usar folha alternativa ou invés de folha standard.

No final, estas ordens serão enviadas à Programação.

1.3. Fatores críticos do processo

- Manutenção da base de dados.
- Manutenção da capacidade das linhas de envernizamento.

1.4. Processos relacionados

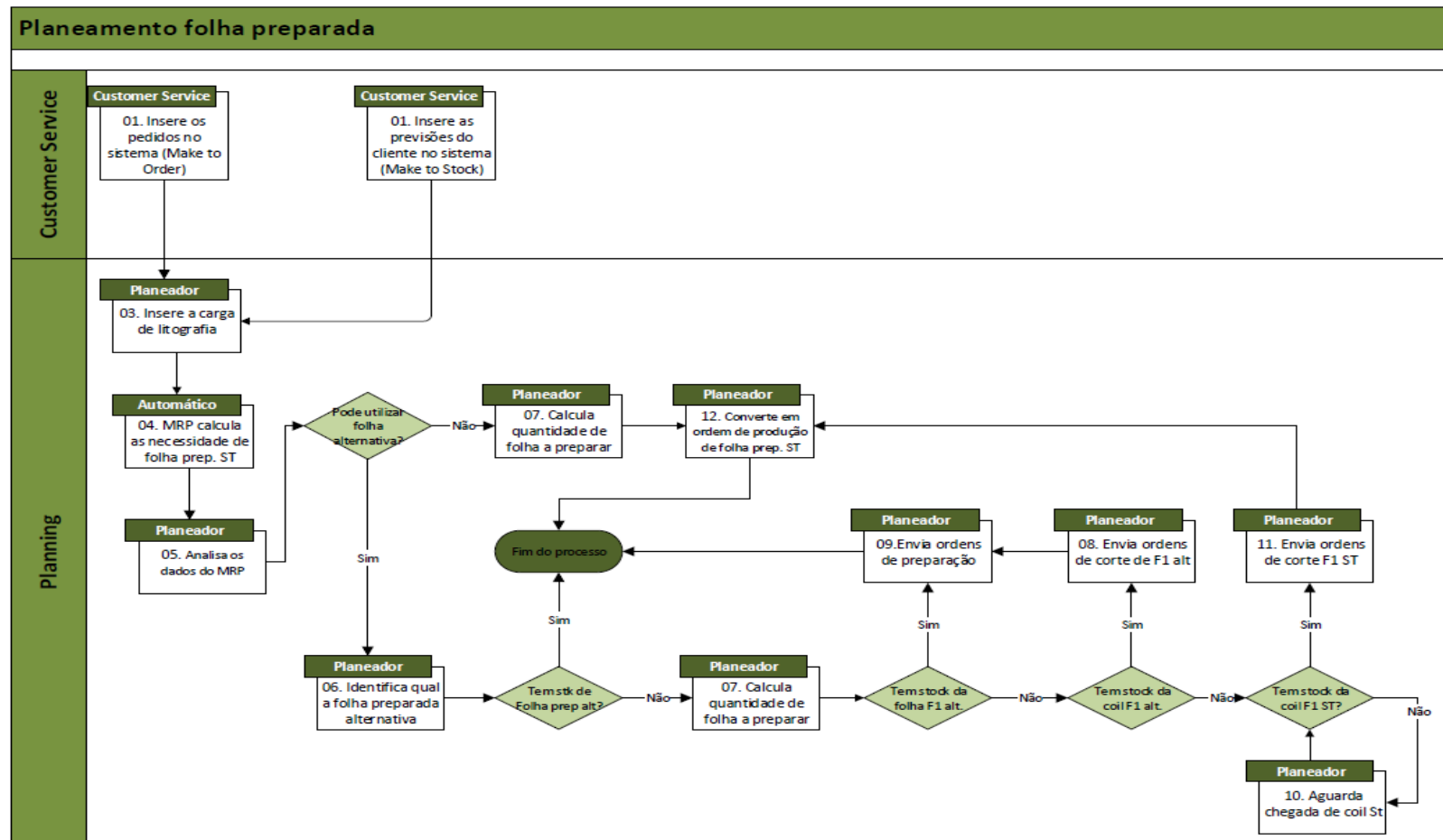
i) Trigger Process

- a. Customer service data process

ii) Output process

- a. Programming process

1.5. Fluxo do Processo



1.6. Descrição detalhada do processo

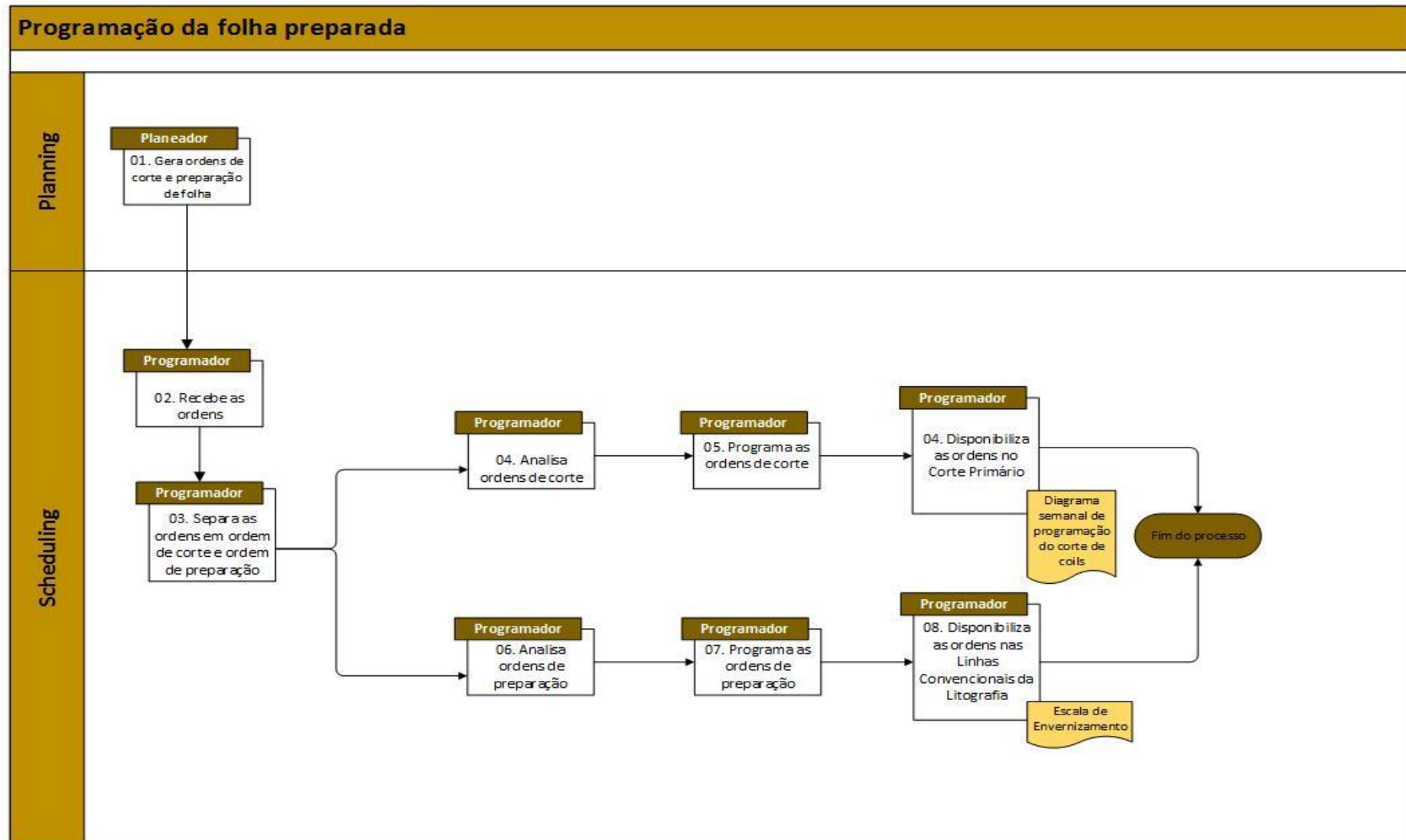
#	Atividade	Função	Descrição	Output	Atividade de Suporte
01	Insere os pedidos no sistema (Make to Order)	Customer service	A Customer Service, após receber os pedidos do cliente, insere os dados no SAP, diariamente.		
02	Insere as previsões dos clientes no sistema (Make to Stock)	Customer service	Mensalmente, a customer service envia previsões de consumo dos clientes ao planeamento, de modo a ser decidido quanto se produz para ter em stock.		
03	Insere a carga de litografia	Planeador	Depois de analisar as necessidades dos clientes e os forecasts, diariamente o planeador executa ordens de produção de litografia, em SAP. Estas ordens de produção, geralmente, são agendadas para a semana seguinte. À quarta-feira o planeador disponibiliza o plano semanal de produção da semana seguinte.	Ordem de Produção	

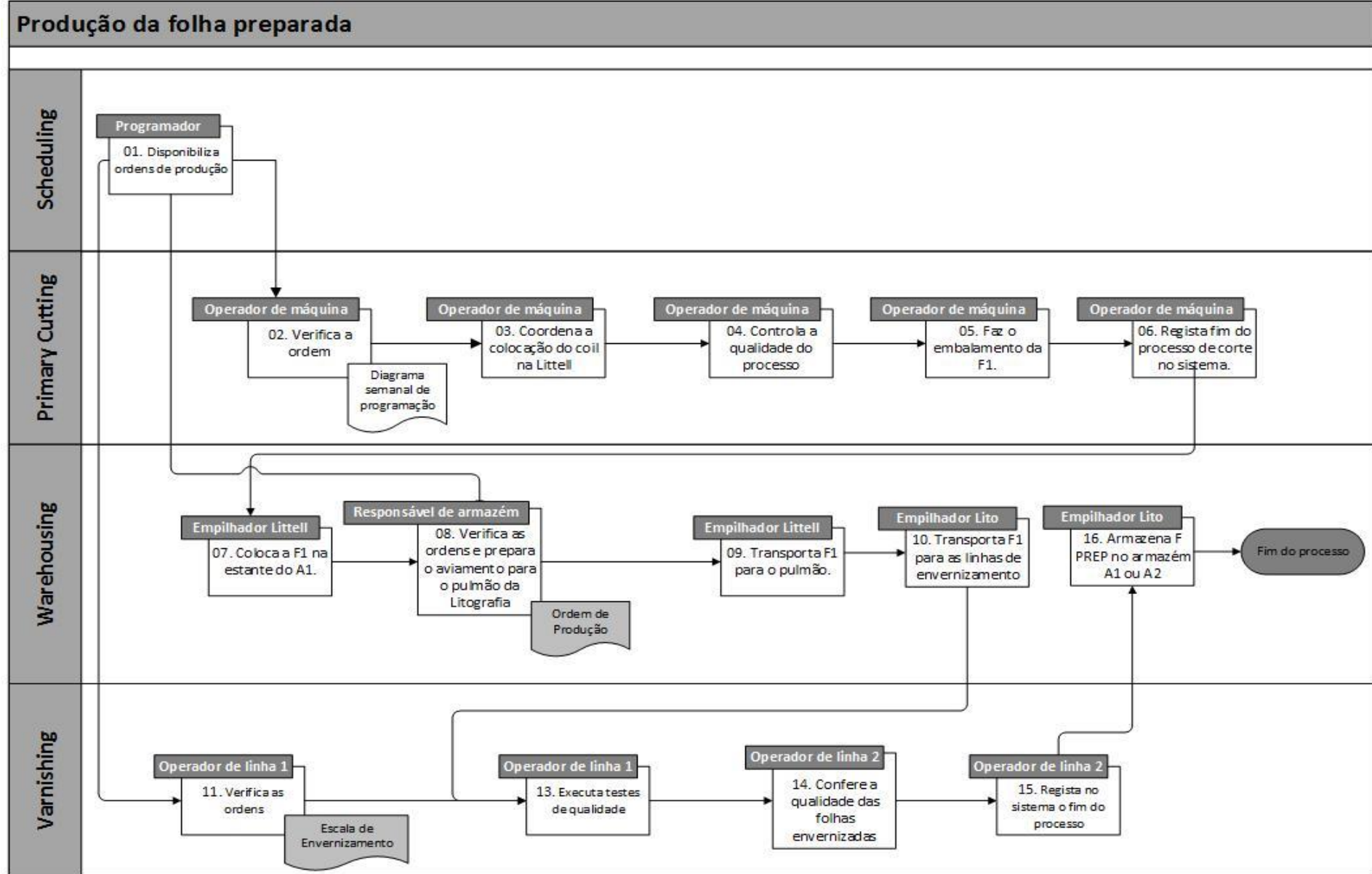
04	MRP calcula as necessidades de folha preparada standard	Automático	As ordens de produção geradas pelo planeador, fazem o MRP verificar o material disponível de cada ordem. O material verificado pelo sistema inclui a Folha preparada específica do trabalho (standard). Se não existir quantidade suficiente de folha preparada st, o MRP despoleta uma necessidade.	Ordem Planeada	
05	Analisa os dados do MRP	Planeador	O planeador analisa as necessidades despoletadas pelo MRP e verifica a quantidade, sugerida pelo sistema, de folha a preparar. Nesta análise o planeador também verifica se é possível utilizar folha preparada alternativa, através de um ficheiro Excel.		
06	Identifica qual a folha preparada alternativa	Planeador	Num ficheiro Excel, o planeador verifica se para cada código de folha preparada standard existe um código de folha preparada alternativa. Se existir f prep alternativa, no mesmo ficheiro, é verificada a quantidade de stock existente da folha preparada alternativa. Se esta quantidade for suficiente o planeador substitui a necessidade no próprio sistema, da folha preparada standard para a folha preparada alternativa. A partir desta permuta o MRP passa a		

			verificar o stock dessa nova folha, e ao invés de criar a necessidade de folha preparada, envia diretamente o plano de produção para a Litografia. Se não existir folha alternativa já preparada, o planeador considera como prioritário verificar e esgotar, em primeiro lugar, F1 ou Coil alternativo.		
07	Calcula a quantidade de folha a preparar	Planeador	Esta atividade surge quando é necessário preparar folha, quer seja standard ou alternativa. Então o planeador calcula a quantidade de folha que deve preparar. Este cálculo implica averiguar as quantidades necessárias desencadeadas pelo MRP e o histórico de consumo mensal de cada ordem. Após realizar esta verificação o planeador faz uma comparação entre o que já foi consumido em cada ordem e a quantidade pedida pelo cliente no momento, e com base na sua experiência e conhecimentos adquiridos na Área do Planeamento decide a quantidade final a produzir.		
08	Envia ordens de corte F1 alt	Planeador	O planeador, depois de confirmar a existência de quantidade suficiente de Coil alternativo em stock, executa uma ordem de corte.	Ordem de produção	

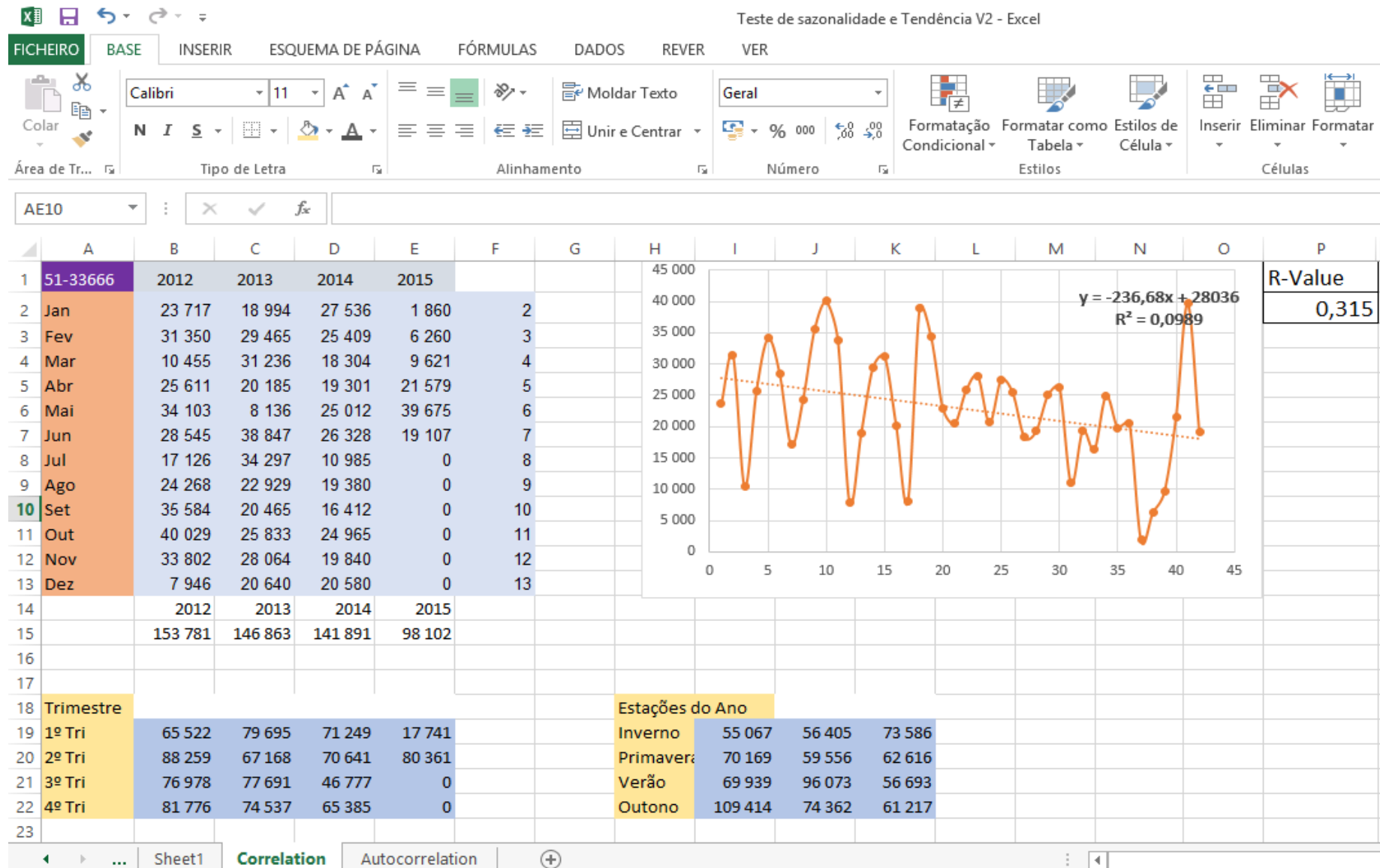
09	Envia ordens de preparação	Planeador	Depois de confirmar a existência de quantidade suficiente de Folha Virgem alternativa, o planeador executa uma ordem de preparação.	Ordem de produção	
10	Aguarda a chegada de Coil Standard	Planeador	Se não existir Coil alternativo nem Coil standard, o planeador comunica ao Stock Manager a falta da matéria-prima. Nesta situação o Stock Manager faz uma encomenda de Coil Standard. Para avançar com a ordem de produção o planeador tem que aguardar pela chegada do Coil Standard.		
11	Envia ordens de corte F1 Standard	Planeador	Se não existir Coil alternativo, mas existir Coil Standard, o planeador efetua uma ordem de corte desse Coil existente.	Ordem de Produção	
12	Converte em ordem de produção de Folha Preparada Standard	Planeador	Esta atividade é executada quando não existe qualquer material alternativo, mas existe Folha Virgem e Coil Standard. O planeador então cria uma ordem de produção da Folha Preparada Standard.	Ordem de Produção	

Processos subsequentes:

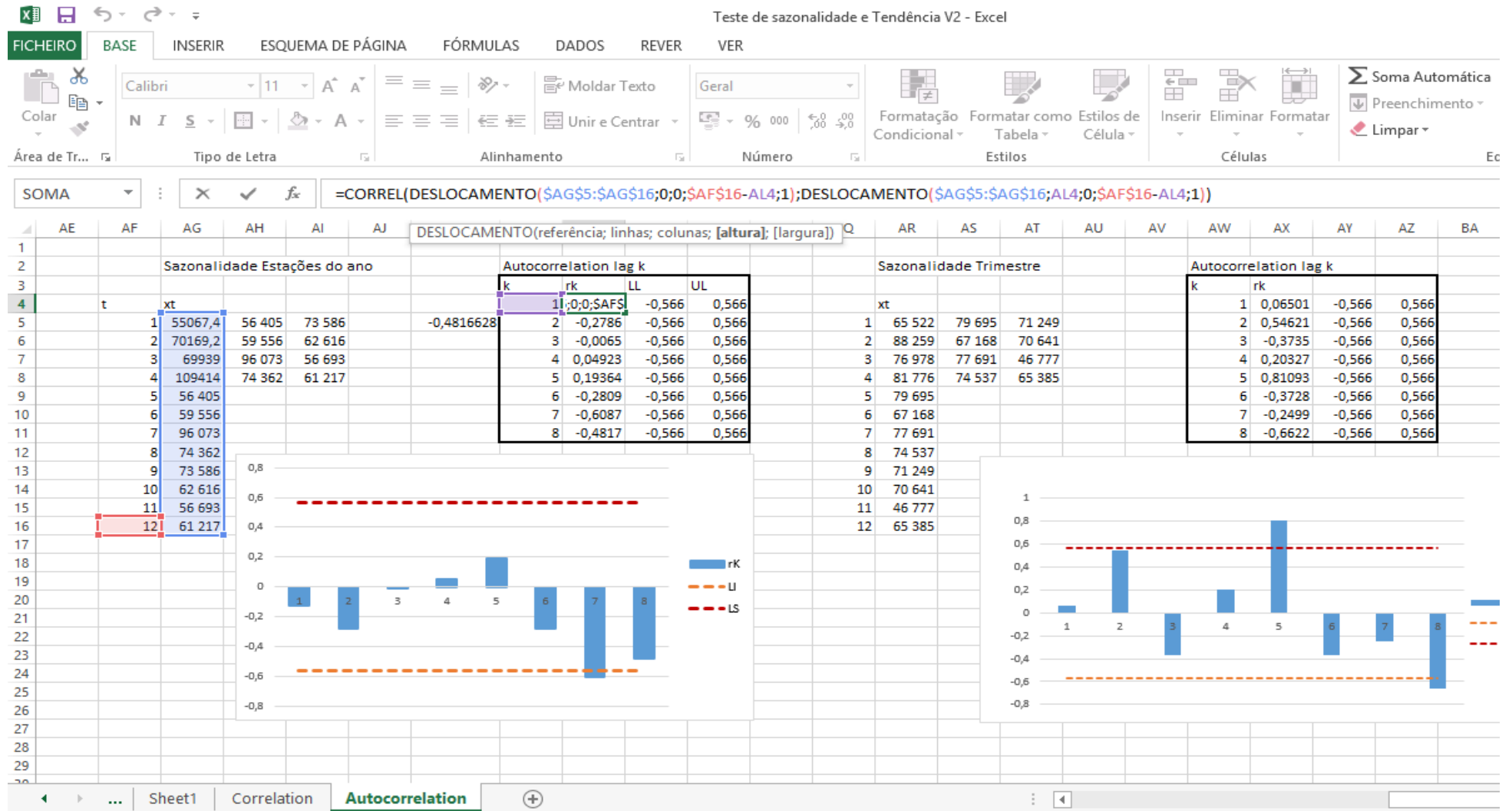




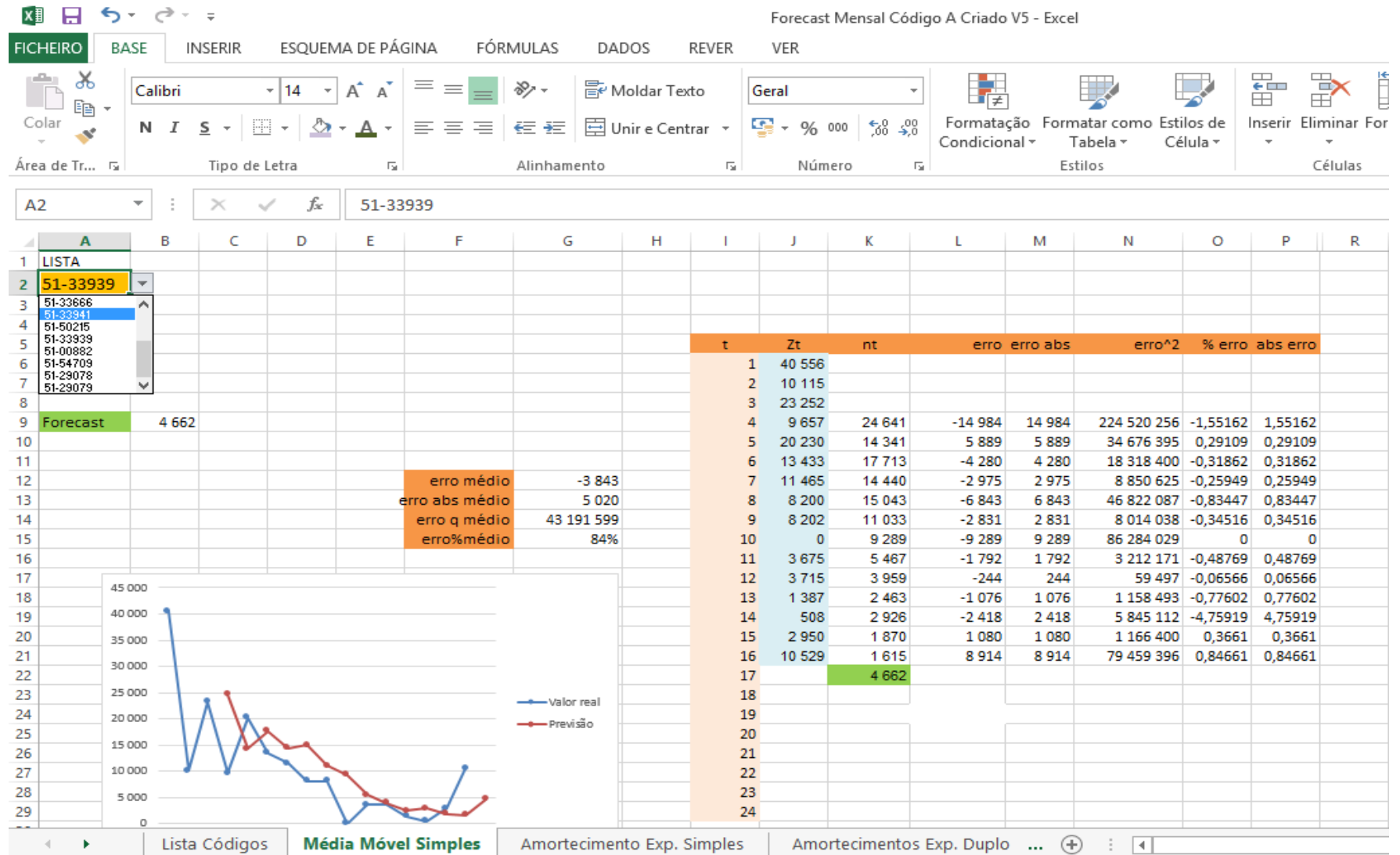
ANEXO B: Análise de Correlação para verificação da tendência.



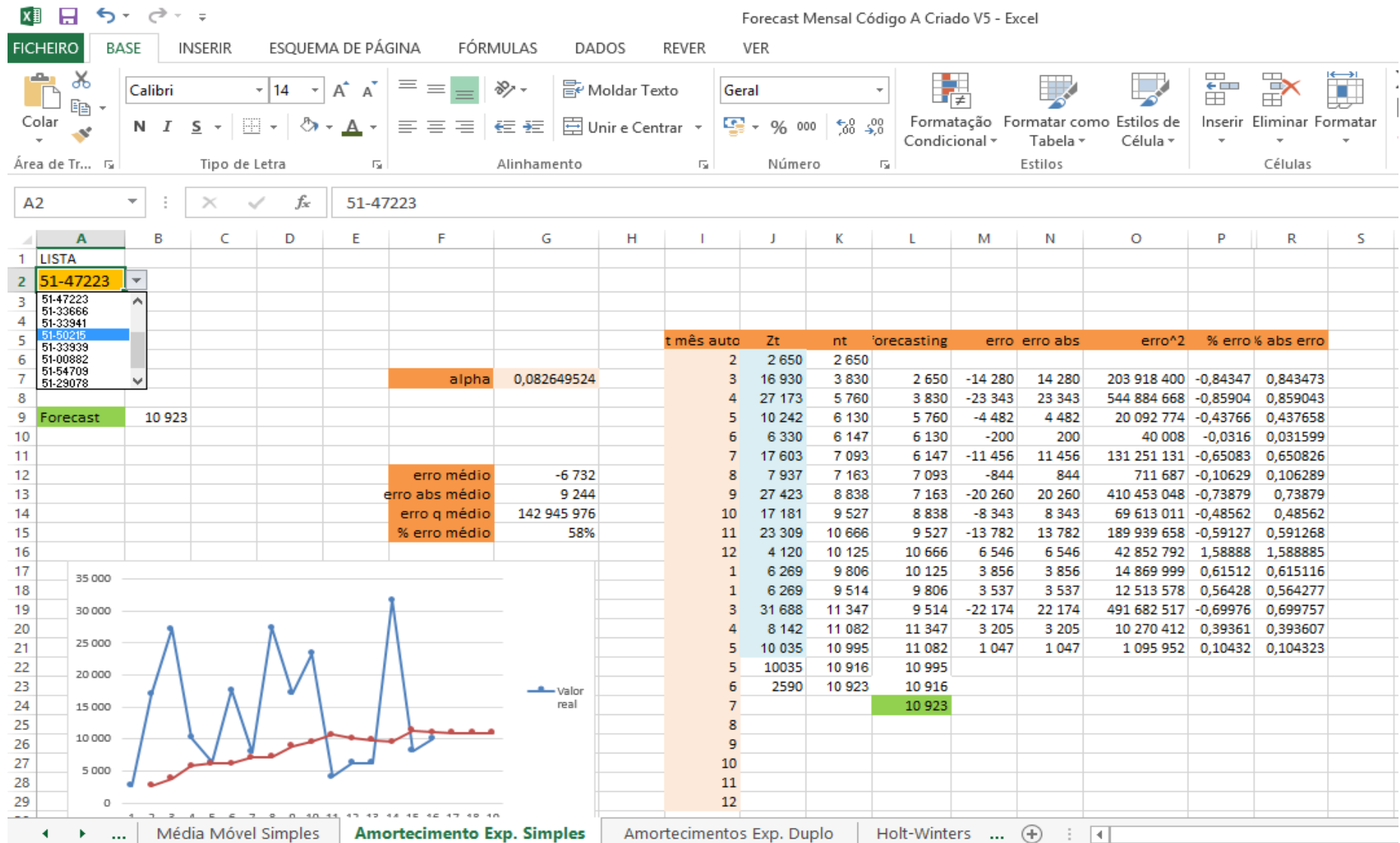
ANEXO C: Análise de Autocorrelação para verificação de sazonalidade.



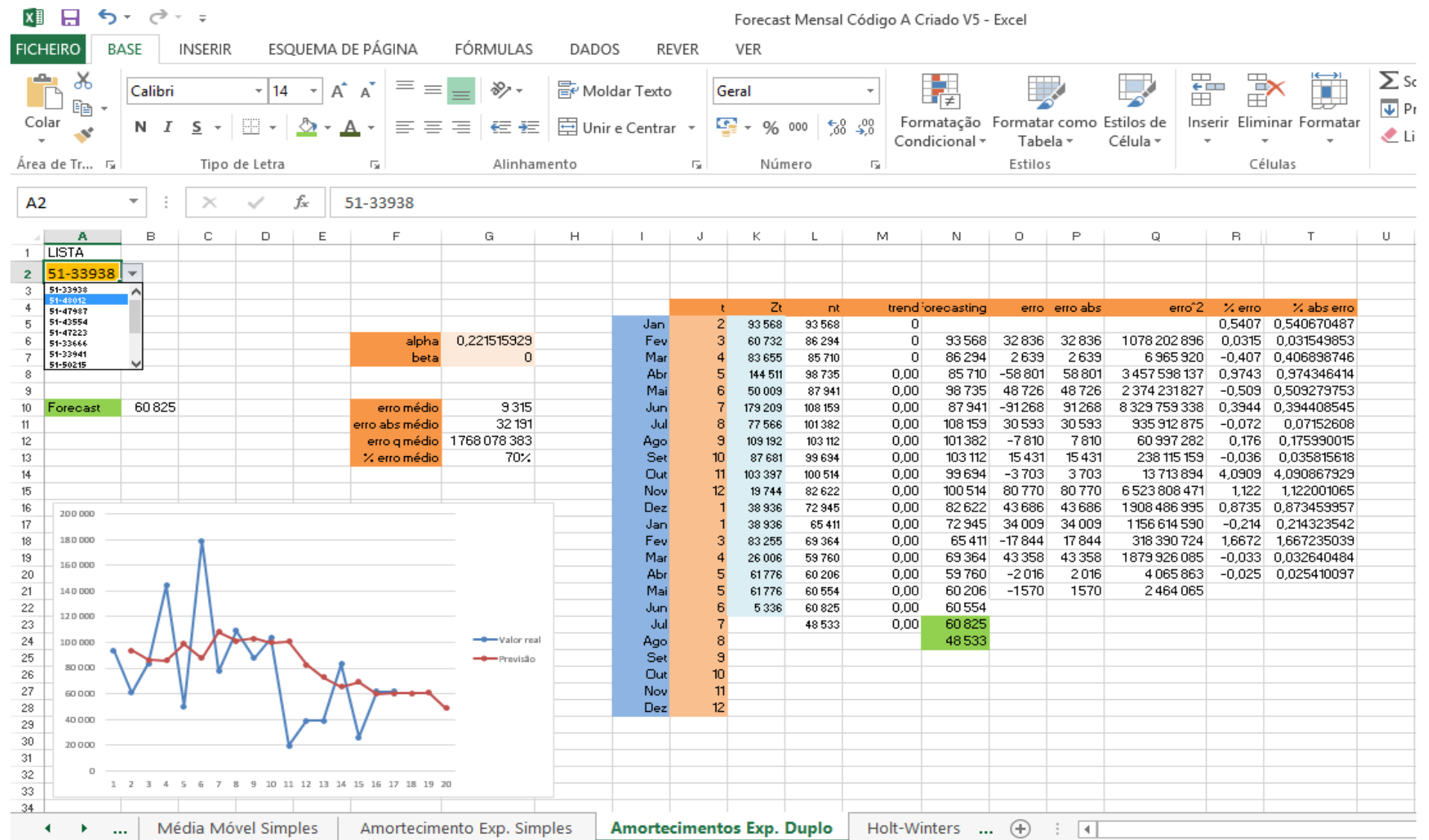
ANEXO D: Método de Média Móvel Simples



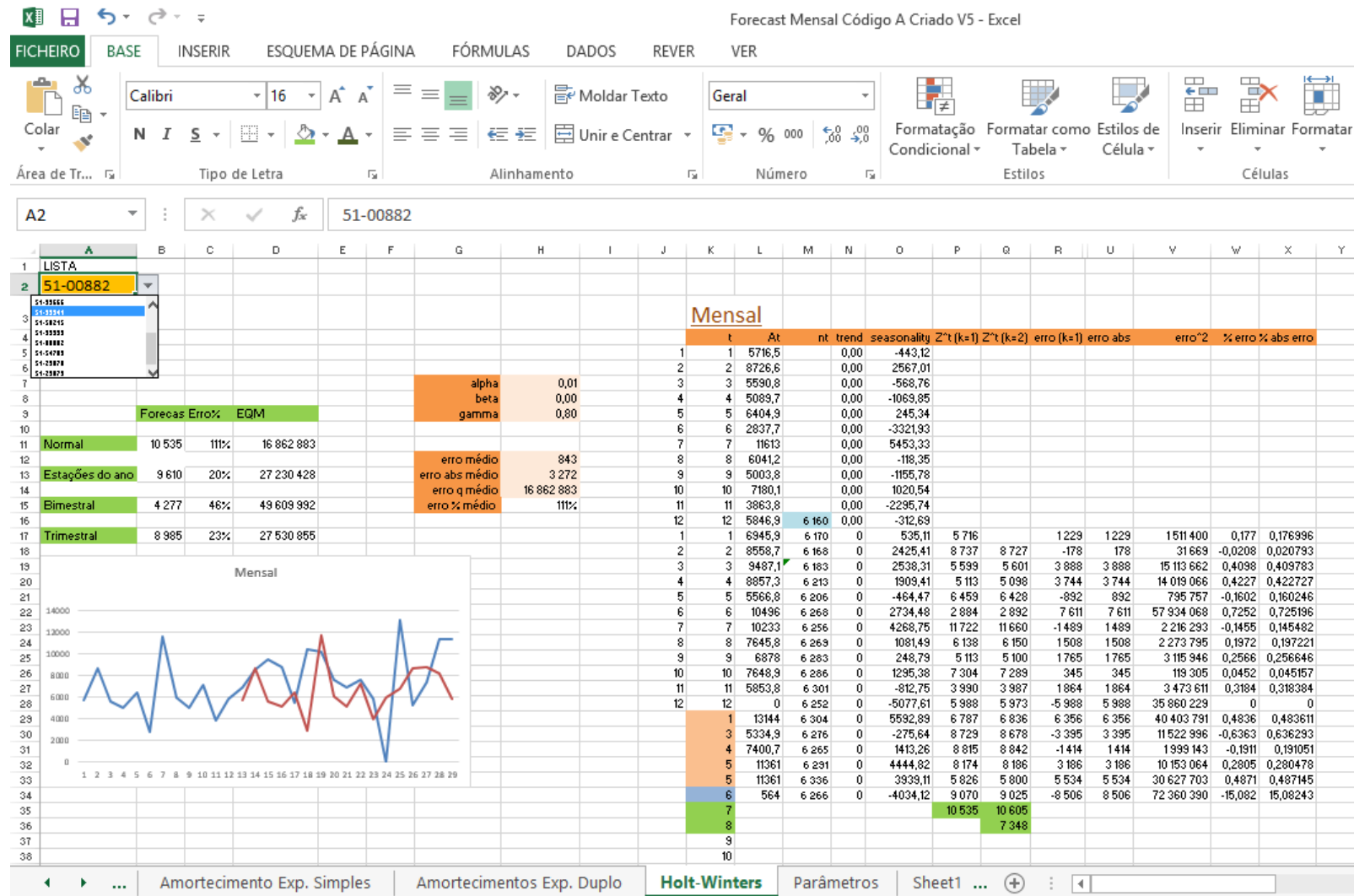
ANEXO E: Método de Amortecimento Exponencial Simples



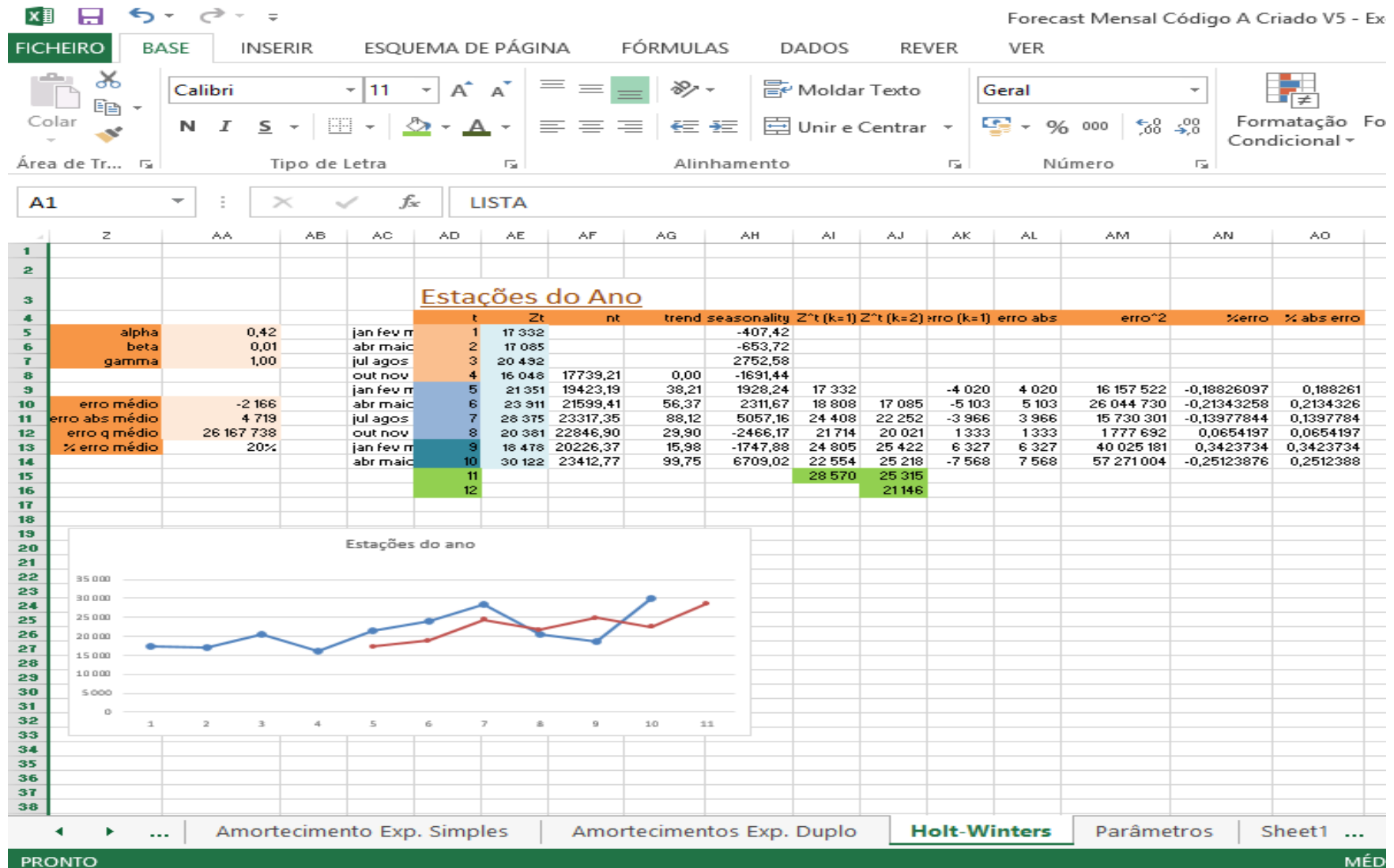
ANEXO F: Método de Amortecimento Exponencial Duplo



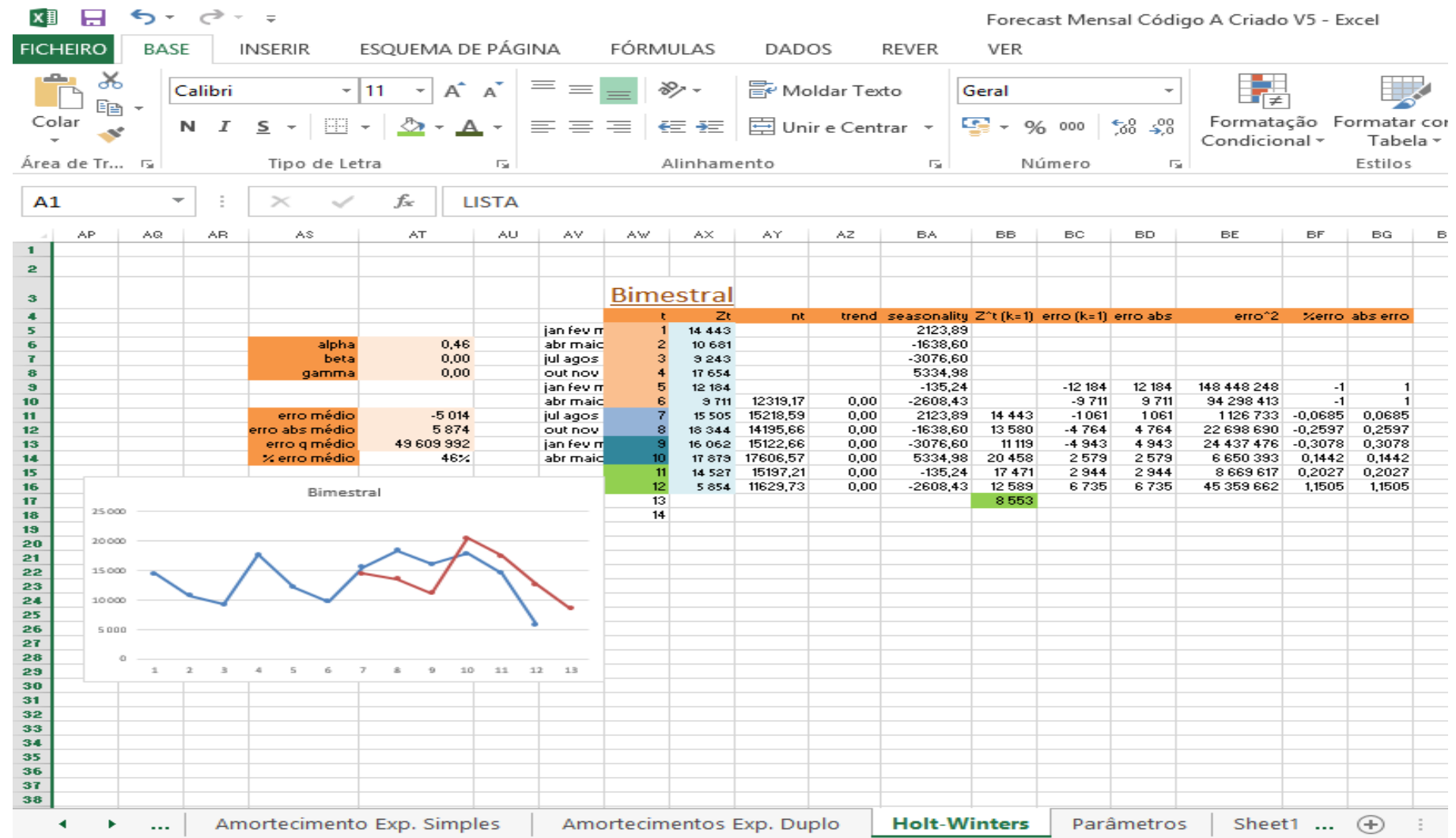
ANEXO G: Método de Holt-Winters: Análise Mensal



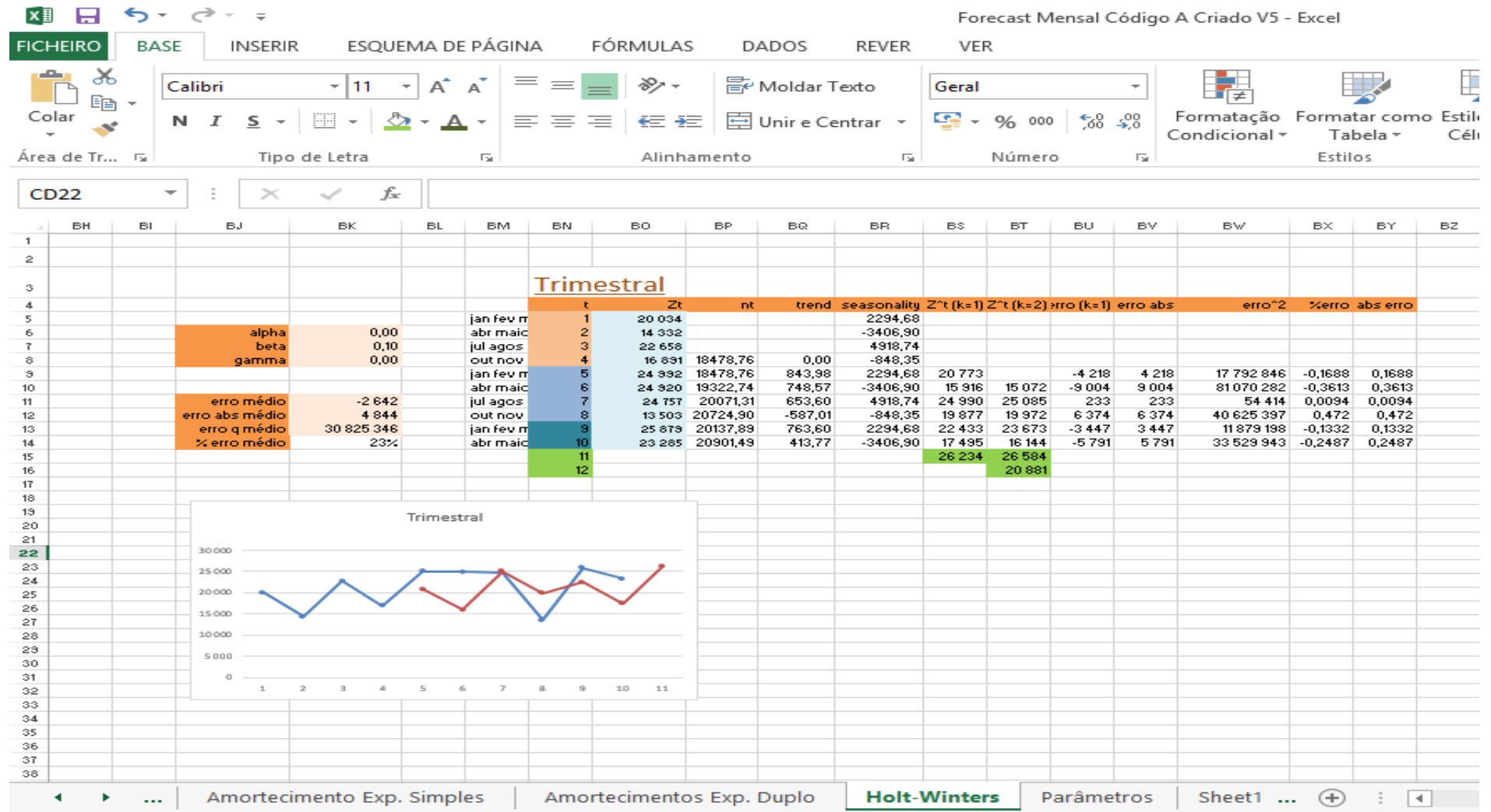
ANEXO H: Método de Holt-Winters: Análise por Estações do Ano



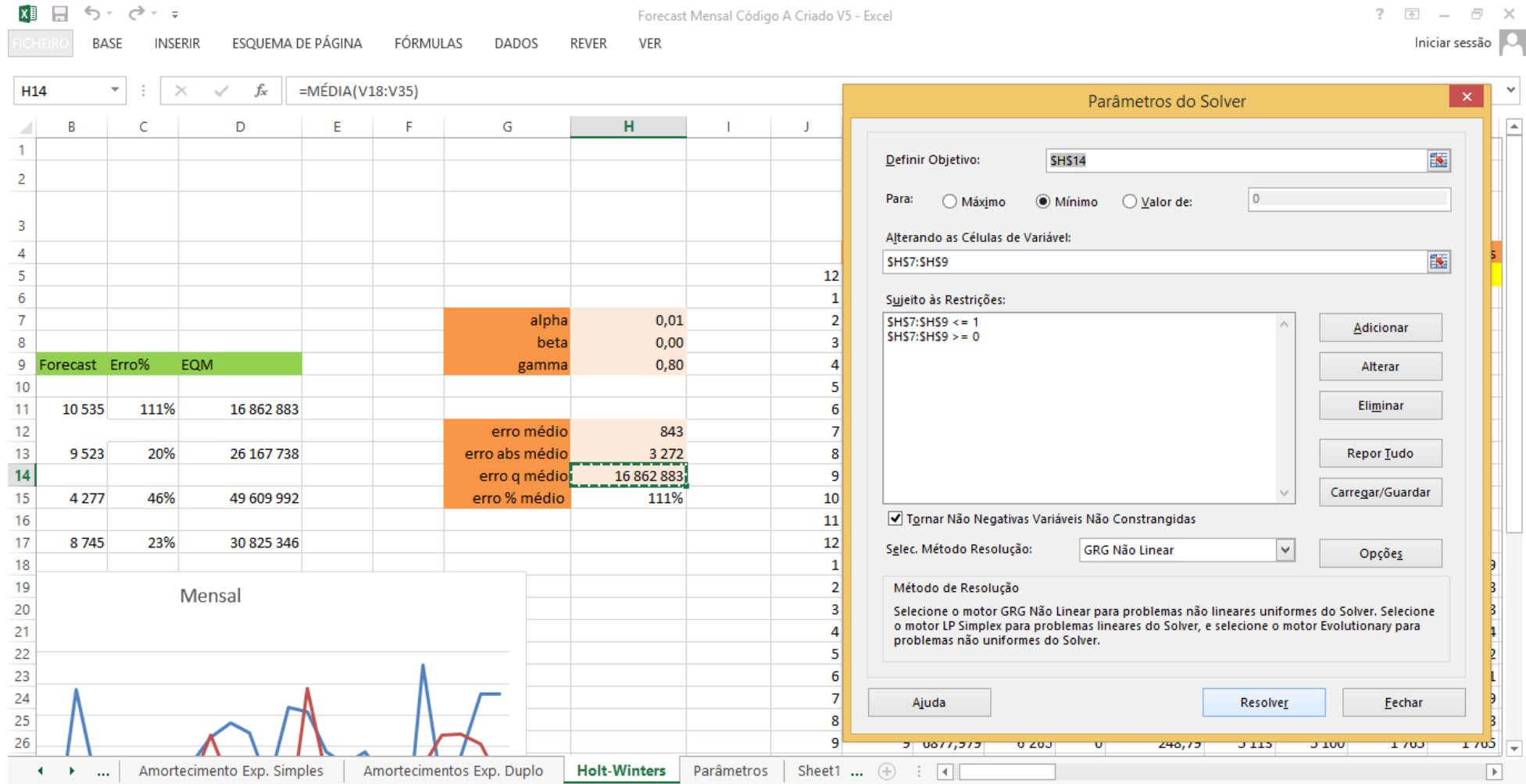
ANEXO I: Método de Holt-Winters: Análise Bimestral



ANEXO J: Método de Holt-Winters: Análise Trimestral



ANEXO K: Otimização dos parâmetros de amortecimento, através da ferramenta Solver.



ANEXO M: Cálculo de Stock de Segurança e Ponto de Encomenda.

New tool - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

Calibri 9 A⁺ A⁻ N I S A Moldar Texto Número % 000 0,00 0,00 Formatação Condicional Formatar como Tabela Estilos

Área de Tr... Tipo de Letra Alinhamento Número Estilos

SOMA : X ✓ f_x =RAIZQ(C6)*\$G\$1*\$C\$2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nível de Serviço		95%			Lead time	0,25	(1 semana)		
2	Fator de serviço		1,64485363							
3										
4										
5	Código	Consumo Médio	Variância	Stock de Segurança	Ponto de encomenda					
6	51-50214	119338	6682677884	=RAIZQ(C6)*S	63450					
7	51-33938	91999	1588051905	16387	39387					
8	51-48012	37147	393259409	8155	17441					
9	51-47987	64385	819909947	11775	27871					
10	51-43554	22392	180364195	5523	11121					
11	51-47223	14189	69103815	3418	6966					
12	51-33666	21171	21473540	1906	7198					
13	51-33941	34684	1102620790	13655	22326					
14	51-50215	18763	125202228	4601	9292					
15	51-33939	12708	110496760	4323	7500					
16	51-00882	7835	2660595	671	2629					
17	51-54709	10488	32334490	2338	4960					
18	51-29078	38920	352867921	7725	17455					
19	51-29079	56886	954051275	12701	26923					
20										
21										
22										

FP Safety stock EOQ Sheet1 Sheet2

ANEXO N: Cálculo da quantidade económica a encomendar

New tool - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

Calibri 11 A A

Colar

Área de Tr...

Tipo de Letra

Alinhamento

Número

Estilos

Células

Edição

SOMA : X ✓ fx =RAIZQ((2*\$E\$6*H13)/(\$A\$2/12*G13))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Custo de posse												min	min/h
2	6,11%	do custo de produção												
3														
4	Custo de encomenda													
5														
6	Linha 2	83,56 euro/hora			35,65227	€								
7	Linha 4	71,72 euro/hora			26,97867	€								
8	Linha 6	73,93 euro/hora			36,65696	€								
9														
10	Análise aos códigos A													
11														
12	Material	Descrição	Chave	UMB	Standard	Por	Custo unitário	Best Forecast	EOQ					
13	51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	S	FOL	1 503,77	1 000	1,50	9 855	=RAIZQ((2					
14	51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	S	FOL	0,96	1	0,96	42 759	24975,11					
15	51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1€ DAN CAKE	S	FOL	0,7	1	0,70	24 739	22247,15					
16	51-33666	F.PREP BD-AE 52x132 EC WC	S	FOL	929,02	1 000	0,93	29 848	21211,66					
17	51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	S	FOL	898,35	1 000	0,90	60 303	31089,31					
18	51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	S	FOL	852,11	1 000	0,85	31 410	23038,24					
19	51-33941	F.PREP BD-AE 57x207 EC WC	S	FOL	1 032,68	1 000	1,03	24 825	18347,94					
20	51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC (NEW SPEC 0,18)	S	FOL	903,66	1 000	0,90	10 577	16969,43					
21	51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	S	FOL	974,5	1 000	0,97	15 441	19743,87					
22	51-47987	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC (15 CRP)	S	FOL	1 256,10	1 000	1,26	45 029	22405,95					
23	51-48012	F.PREP BD-AE 65x300 IC GD EC WC (15 CRP)	S	FOL	1 334,19	1 000	1,33	16 225	17296,65					

FP Safety stock EOQ Sheet1 Sheet2

ANEXO O – Ferramenta de apoio à decisão utilizada pelo planeador.

F1 ABR2015 - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

A3 : fx 51-29079

	A	B	C	D	E	F	G	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AE	AF	AG	AH	AI	
	Material	TxtBreveMaterial	stock 27 ABR	Material antigo	Material subseq / alt	média cons. 2012	média cons. 2013	1/out	1/nov	1/dez	consumo 2014	média cons. 2014	consumo 3 meses	1/jan	1/fev	1/mar	média cons. 2014	cobe. Mês	nova OL	Prop Rep Stk	F1	stock 27 ABR	esp.	[L]	[C]	mé con 201
1																										
2	51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	3 186			25 007	27 587	39 100	60 404	19 381	495 379	41 282	118 885	35 320	23 965	65 136	41 474	0,08	10 320	18 810	51-32852	0	0,15	819	907	5
3	51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E DAN CAKE	9 934			25 410	24 518	256	21 856	31 175	351 594	29 300	53 287	51 726	32 779	36 389	40 298	0,34	7 325	25 040	51-44928	8 400	0,17	868	613	6
4	51-51743	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL (ALT F1 L797)	0	51-33939				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,00	0	#N/D	51-49801	0	0,18	797	833	2
5	51-51744	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC (ALT F1 L797)	0	51-33938				0	0	0	70 549	70 549	0	1 391	0	0	1 391	0,00	17 637	#N/D	51-49801	0	0,18	797	833	2
6	51-51745	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (F1 L797)	110	51-47223				2 280	0	0	15 158	7 579	2 280	0	0	0	0	0,01	7 579	#N/D	51-49801	0	0,18	797	833	2
7	51-53308	F.PREP BD-AE 52x161 EC CL (ALT-TH370)	5 544	51-46666				0	0	0	0	0	0	2 255	13 899	550	5 568	99,00	0	#N/D	51-52229	10 078	0,18	828	833	2
8	51-53309	F.PREP BD-AE 52x161 EC WC (ALT-TH370)	3 718	51-33668				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,00	0	#N/D	51-52229	10 078	0,18	828	833	2
9	51-53310	F.PREP BD-AE 52x161 IC GD EC WC (TH370)	1 230	51-47222				0	0	0	0	0	0	4 545	3 850	0	4 198	99,00	0	#N/D	51-52229	10 078	0,18	828	833	2
10	51-43555	F.PREP BD-AE 65x240 EC WC (NEW SPEC O,18)	4 000		51-47034	6 603	9 973	29 352	3 063	984	33 809	8 452	33 399	5 646	4 967	7 034	5 882	0,47	4 226	4 778	51-43137	3 605	0,18	829	737	1
11	51-33547	F.PREP BD-CY 80 EC CL	1 754			332	667	1 970	0	430	6 793	970	2 400	550	710	781	680	1,81	2 911		51-42742	1 383	0,18	829	763	
12	51-33545	F.PREP BD-CY 80 EC WC	270			1 065	1 222	530	0	0	1 410	705	530	0	0	0	0	0,38	2 115	353	51-42742	1 383	0,18	829	763	
13	51-33546	F.PREP BD-CY 80 IC PG EC WC	280			1 122	939	0	0	0	2 055	1 028	0	0	0	400	400	0,27	3 083	457	51-42742	1 383	0,18	829	763	
14	51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC (NEW SPEC O,18)	6 441		51-46232	12 544	21 625	3 844	24 000	3 929	42 090	7 015	31 773	31 513	19 913	37 244	29 557	0,92	7 015	6 680	51-43136	4 580	0,18	829	798	3
15	51-54066	F.PREP BD-AE 65x157 EC WC (ALT/APA)	0	51-43553				0	0	0	0	0	0	0	0	7 825	7 825	99,00	0	#N/D	51-54006	0	0,18	829	810	
16	51-43553	F.PREP BD-AE 65x157 EC WC (NEW SPEC O,18)	5 461			5 354	7 951	8 676	368	6 986	29 429	4 204	16 030	5 609	5 087	6 471	5 722	1,30	4 204		51-43134	6 067	0,18	829	810	6
17	51-44916	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL (ALT)	0	51-33939		2 034	355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,00	0	#N/D	51-44915	0	0,18	829	833	
18	51-44918	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC (ALT)	0	51-33938		5 362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,00	0	#N/D	51-44915	0	0,18	829	833	
19	51-53626	F.PREP BD-AE 65x105 EC WC (NEW SPEC O,18)	2 992					0	0	0	0	0	0	0	2 404	3 433	2 919	99,00	0		51-43131	26	0,18	829	877	
20	51-43551	F.PREP BD-AE 65x107 EC WC (NEW SPEC O,18)	450			3 306	3 105	987	1 085	2 365	5 317	1 063	4 437	0	0	0	0	0,42	3 190	1 329	51-43132	0	0,18	829	887	
21	51-44592	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC Q,18 ALT	0	51-47987		1 610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,00	0	#N/D	51-44591	0	0,18	829	917	
22	51-44405	F.PREP BD-CY 190 EC WC 1E CAKE 11CR ALT	0	51-29079		4 538	9 728	0	0	0	13 623	6 812	0	0	0	0	0	0,00	6 812	3 406	51-44404	0	0,18	833	613	
23	51-50799	F.PREP BD-CY 190 EC WC 1E CAKE TS29011CR	0	51-29079				0	0	0	11 318	3 773	0	0	0	0	0	0,00	7 545	2 830	51-50766	0	0,18	833	613	1
24	51-48724	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E (ALT-11CRP)	1 975	51-29079			11 912	23 938	2 450	0	26 388	13 194	26 388	0	0	0	0	0,15	6 597	#N/D	51-48723	0	0,18	833	613	1

F1 FP Reposição F PREP ST MCBZ COOIS plano W F1 corte - mês regras f.prep. regras OL c ...

ANEXO P – Ferramenta de sugestão de folha preparada.

F1 ABR2015 - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

A2 : X ✓ fx 51-47485

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Material	Descrição	cód.subsequente	Cons Per Hom	Cons Ult 12M	Cons MM	Cons MS	Stock Actual	Stock Ponderado (*)	Necessidades (MCBZ)	ORDENS (COOIS)	SALDO	Prop Rep Stk	Qtd coberta por Ols	Cobertura
1															
2	51-47485	F.PREP BD-AE 49X119 2XIC GD EC CL(NEW GD		1 864	3 528	458	114	590	1 373	0	0	590	1 373	-590	
3	51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC HB 367		87 124	735 310	45 159	11 290	45 597	11 290	6 355	0	39242		-39 242	
4	51-47479	F.PREP BD-AE 49X119 IC GD EC CL (NEW GD)		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
5	51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC 2xWC 72KM		30 676	152 075	11 449	2 862	13 877	5 725	5 000	0	8877		-8 877	
6	51-47486	F.PREP BD-AE 49X151 2XIC GD EC CL(NEW GD		0	0	0	0	0	0	0	1 000	1000		0	
7	51-50216	F.PREP BD-AE 49x185 2xIC GD EC WC HB 367		13 212	90 311	5 965	1 491	1 923	5 965	0	0	1923	5 965	-1 923	
8	51-33664	F.PREP BD-AE 52X105 EC CL		951	4 042	327	82	120	981	0	0	120	981	-120	
9	51-33652	F.PREP BD-AE 52X105 EC WC		3 591	14 454	1 201	300	9 672	3 602	6 400	0	3272		-3 272	
10	51-47480	F.PREP BD-AE 52x105 IC GD EC WC (NEW GD)		2 445	5 887	653	163	1 808	1 959	0	0	1808	1 959	-1 808	
11	51-33666	F.PREP BD-AE 52X132 EC WC		6 204	44 377	2 883	721	6 253	5 766	7 760	0	-1507	7 760	1 507	
12	51-46666	F.PREP BD-AE 52X161 EC CL		550	29 849	1 335	334	3 554	4 006	10 030	0	-6476	10 030	6 476	
13	51-33668	F.PREP BD-AE 52X161 EC WC		1 220	3 570	352	88	1 100	1 056	1 440	0	-340	1 440	340	
14	51-47222	F.PREP BD-AE 52X161 IC GD EC WC (NEW GD)		5 841	15 319	1 612	403	5 381	4 835	2 830	0	2551		-2 551	
15	51-33939	F.PREP BD-AE 52X195 EC CL		1 801	13 735	872	218	3 762	2 617	165	0	3597		-3 597	
16	51-33938	F.PREP BD-AE 52X195 EC WC		45 625	113 211	12 321	3 080	38 214	6 161	12 276	0	25938		-25 938	
17	51-49208	F.PREP BD-AE 52X195 EC WC P300 (ALT)		5 032	20 858	1 708	427	550	5 123	0	0	550	5 123	-550	
18	51-47223	F.PREP BD-AE 52X195 IC GD EC WC (NEW GD)		15 398	21 998	3 483	871	9 326	6 966	7 602	7 000	8724		-1 724	
19	51-33941	F.PREP BD-AE 57X207 EC WC		16 000	24 726	3 697	924	10 607	7 394	1 965	0	8642		-8 642	
20	51-53626	F.PREP BD-AE 65x105 EC WC(NEW SPEC 0,18)		2 919	0	973	243	2 992	2 919	750	0	2242		-2 242	
21	51-43551	F.PREP BD-AE 65X107 EC WC(NEW SPEC 0,18)		0	5 317	443	111	450	1 329	0	0	450	1 329	-450	
22	51-43553	F.PREP BD-AE 65X157 EC WC(NEW SPEC 0,18)		5 722	29 429	2 180	545	5 461	4 360	0	0	5461		-5 461	
23	51-43554	F.PREP BD-AE 65X195 EC WC(NEW SPEC 0,18)		29 557	42 090	6 680	1 670	6 441	6 680	4 125	0	2316	6 680	-2 316	
24	51-43555	F.PREP BD-AE 65X240 EC WC(NEW SPEC 0,18)		5 882	33 809	2 389	597	4 000	4 778	2 400	0	1600	4 778	-1 600	

F1 FP Reposição F PREP ST MCBZ COOIS plano W F1 corte - mês regras f.prep. regras OL c ...

ANEXO Q: Dados de consumo extraídos do SAP.

Consumo Geral - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

M4

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Descrição	Quantidade	Unidade	Dia	NºSemana	W/Semana	Código/Semana	Nº Mês	M/Mês	Código/Mês	
2	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	300,000	FOL	19/04/2015	17	W17	51-00820W17	4	M4	51-00820M4	
3	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	505,000	FOL	28/03/2015	13	W13	51-00820W13	3	M3	51-00820M3	
4	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	72,000	FOL	23/02/2015	9	W9	51-00820W9	2	M2	51-00820M2	
5	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	100,000	FOL	23/02/2015	9	W9	51-00820W9	2	M2	51-00820M2	
6	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	240,000	FOL	23/02/2015	9	W9	51-00820W9	2	M2	51-00820M2	
7	F.PREP BD-CY 71x75 EC WC	550,000	FOL	18/02/2015	8	W8	51-00820W8	2	M2	51-00820M2	
8	F.PREP LI-LD 71 EC WC	515,052	FOL	07/05/2015	19	W19	51-00827W19	5	M5	51-00827M5	
9	F.PREP LI-LD 188 EC WC	295,000	FOL	14/05/2015	20	W20	51-00830W20	5	M5	51-00830M5	
10	F.PREP LI-LD 188 EC WC	870,000	FOL	14/05/2015	20	W20	51-00830W20	5	M5	51-00830M5	
11	F.PREP LI-LD 188 EC WC	2 110,000	FOL	11/05/2015	20	W20	51-00830W20	5	M5	51-00830M5	
12	F.PREP LI-LD 188 EC WC	305,000	FOL	10/05/2015	20	W20	51-00830W20	5	M5	51-00830M5	
13	F.PREP LI-LD 188 EC WC	448,000	FOL	10/05/2015	20	W20	51-00830W20	5	M5	51-00830M5	
14	F.PREP LI-LD 188 EC WC	208,000	FOL	23/04/2015	17	W17	51-00830W17	4	M4	51-00830M4	
15	F.PREP LI-LD 188 EC WC	868,000	FOL	23/04/2015	17	W17	51-00830W17	4	M4	51-00830M4	
16	F.PREP LI-LD 188 EC WC	628,000	FOL	16/04/2015	16	W16	51-00830W16	4	M4	51-00830M4	
17	F.PREP LI-LD 188 EC WC	361,000	FOL	16/04/2015	16	W16	51-00830W16	4	M4	51-00830M4	
18	F.PREP LI-LD 188 EC WC	291,000	FOL	16/04/2015	16	W16	51-00830W16	4	M4	51-00830M4	
19	F.PREP LI-LD 188 EC WC	471,000	FOL	16/04/2015	16	W16	51-00830W16	4	M4	51-00830M4	
20	F.PREP LI-LD 188 EC WC	495,000	FOL	31/03/2015	14	W14	51-00830W14	3	M3	51-00830M3	
21	F.PREP LI-LD 188 EC WC	180,000	FOL	31/03/2015	14	W14	51-00830W14	3	M3	51-00830M3	
22	F.PREP LI-LD 188 EC WC	300,000	FOL	31/03/2015	14	W14	51-00830W14	3	M3	51-00830M3	
23	F.PREP LI-LD 188 EC WC	510,000	FOL	27/03/2015	13	W13	51-00830W13	3	M3	51-00830M3	
24	F.PREP LI-LD 188 EC WC	158,000	FOL	27/03/2015	13	W13	51-00830W13	3	M3	51-00830M3	
25	F.PREP LI-LD 188 EC WC	632,000	FOL	27/03/2015	13	W13	51-00830W13	3	M3	51-00830M3	
26	F.PREP LI-LD 188 EC WC	870,000	FOL	11/03/2015	11	W11	51-00830W11	3	M3	51-00830M3	
27	F.PREP LI-LD 188 EC WC	130,000	FOL	11/03/2015	11	W11	51-00830W11	3	M3	51-00830M3	
28	F.PREP LI-LD 188 EC WC	666,000	FOL	07/03/2015	10	W10	51-00830W10	3	M3	51-00830M3	

Data SAP 2015 Data SAP 2014 Data SAP 2013 Data SAP 2012 2012 2013 2014 2015 ...

ANEXO R: Consumo mensal da folha preparada standard + alternativa.

Consumo Geral - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

P1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	P	Q	R	S
1	2013																
2	Row Labels	Sum of M1	Sum of M2	Sum of M3	Sum of M4	Sum of M5	Sum of M6	Sum of M7	Sum of M8	Sum of M9	Sum of M10	Sum of M11	Sum of M12				
3	51-008202013	120	0	0	0	0	930	300	280	230	0	0	0	67691,67	260,1762	65,04406	
4	51-00820	120	0	0	0	0	930	300	280	230	0	0	0	67691,67	260,1762	65,04406	
5	51-00820	120	0	0	0	0	930	300	280	230	0	0	0	67691,67	260,1762	65,04406	
6	51-008272013	0	0	0	38,004	0	0	0	0	0	0	0	0	110,3288	10,50375	2,625938	
7	51-00827	0	0	0	38,004	0	0	0	0	0	0	0	0	110,3288	10,50375	2,625938	
8	51-00827	0	0	0	38,004	0	0	0	0	0	0	0	0	110,3288	10,50375	2,625938	
9	51-008302013	1282	1002	4969,4	1661	2425	4320	2539	1285,504	4363,4	1855	3402	2182	1665755	1290,641	322,6604	
10	51-00830	1282	1002	4969,4	1661	2425	4320	2539	1285,504	4363,4	1855	3402	2182	1665755	1290,641	322,6604	
11	51-00830	1282	1002	4969,4	1661	2425	4320	2539	1285,504	4363,4	1855	3402	2182	1665755	1290,641	322,6604	
12	51-008312013	1010	1009	1766	1402	1133	630	2129	2028	3976,229	3400	0	704	1219618	1104,363	276,0908	
13	51-00831	1010	1009	1766	1402	1133	630	2129	2028	3976,229	3400	0	704	1219618	1104,363	276,0908	
14	51-00831	1010	1009	1766	1402	1133	630	2129	2028	3976,229	3400	0	704	1219618	1104,363	276,0908	
15	51-008322013	1384	0	0	1822	0	0	997	1508	550	2159	336	0	599244,1	774,1086	193,5271	
16	51-00832	1384	0	0	1822	0	0	997	1508	550	2159	336	0	599244,1	774,1086	193,5271	
17	51-00832	1384	0	0	1822	0	0	997	1508	550	2159	336	0	599244,1	774,1086	193,5271	
18	51-008332013	1792	7301	7875	3946	13764	4717	14726	1085	8173	3405	1577	2245	19526455	4418,875	1104,719	
19	51-00833	1792	7301	7875	3946	13764	4717	14726	1085	8173	3405	1577	2245	19526455	4418,875	1104,719	
20	51-00833	1792	7301	7875	3946	13764	4717	14726	1085	8173	3405	1577	2245	19526455	4418,875	1104,719	
21	51-008552013	6531,935	1420,16	3221,262	3083,178	5180,839	0	7109,97	0	0	269,946	979,804	1822,155	6100260	2469,87	617,4676	
22	51-00855	6531,935	1420,16	3221,262	3083,178	5180,839	0	7109,97	0	0	269,946	979,804	1822,155	6100260	2469,87	617,4676	
23	51-00855	6531,935	1420,16	3221,262	3083,178	5180,839	0	7109,97	0	0	269,946	979,804	1822,155	6100260	2469,87	617,4676	
24	51-008562013	0	709	7079,674	0	1946,106	1999,98	1399,8	0	2974,958	4464,306	0	5455,978	5204725	2281,387	570,3467	
25	51-00856	0	709	7079,674	0	1946,106	1999,98	1399,8	0	2974,958	4464,306	0	5455,978	5204725	2281,387	570,3467	
26	51-00856	0	709	7079,674	0	1946,106	1999,98	1399,8	0	2974,958	4464,306	0	5455,978	5204725	2281,387	570,3467	
27	51-008692013	2150	600	300	2443,001	2561,98	4509,984	3464,99	450	971,334	5358,988	2157	2273	2316539	1522,018	380,5045	

St + Alt Total Lista Standard - Alternativo St + Alt Semanal semanal 2014 Folha1

ANEXO S: Consumo semanal da folha preparada *standard* + alternativa

Consumo Geral - Excel

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

Iniciar sessão

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1																			
2																			
3	Row Labels	Sum of W1	Sum of W2	Sum of W3	Sum of W4	Sum of W5	Sum of W6	Sum of W7	Sum of W8	Sum of W9	Sum of W10	Sum of W11	Sum of W12	Sum of W13	Sum of W14	Sum of W15	Sum of W16	Sum of W17	Sum
4	51-008202014	0	0	0	0	0	0	500	Sum of W8 (Values)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	51-00820	0	0	0	0	0	0	500	Coluna: Sum of W8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	51-00820	0	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	51-008272014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	51-00827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	51-00827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	51-008302014	0	617	2491	1175	0	0	0	0	0	2654	2414	1493	0	0	1104	1811	0	0
11	51-00830	0	617	2491	1175	0	0	0	0	0	2654	2414	1493	0	0	1104	1811	0	0
12	51-00830	0	617	2491	1175	0	0	0	0	0	2654	2414	1493	0	0	1104	1811	0	0
13	51-008312014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2528	832	0	0	0	0	0	0
14	51-00831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2528	832	0	0	0	0	0	0
15	51-00831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2528	832	0	0	0	0	0	0
16	51-008322014	968	0	0	0	601	0	1318	0	0	0	1098	1509	0	0	0	0	0	0
17	51-00832	968	0	0	0	601	0	1318	0	0	0	1098	1509	0	0	0	0	0	0
18	51-00832	968	0	0	0	601	0	1318	0	0	0	1098	1509	0	0	0	0	0	0
19	51-008332014	0	656	0	0	1786	8002	2585	0	0	0	350	5332	0	6105	1100	0	0	0
20	51-00833	0	656	0	0	1786	8002	2585	0	0	0	350	5332	0	6105	1100	0	0	0
21	51-00833	0	656	0	0	1786	8002	2585	0	0	0	350	5332	0	6105	1100	0	0	0
22	51-008552014	0	0	0	0	2081,203	0	0	0	0	1358,284	0	1999,892	0	1494,006	0	0	0	0
23	51-00855	0	0	0	0	2081,203	0	0	0	0	1358,284	0	1999,892	0	1494,006	0	0	0	0
24	51-00855	0	0	0	0	2081,203	0	0	0	0	1358,284	0	1999,892	0	1494,006	0	0	0	0
25	51-008562014	0	0	0	0	1179,976	0	0	0	1139,922	0	0	0	1269,996	2506,972	666,002	0	0	0
26	51-00856	0	0	0	0	1179,976	0	0	0	1139,922	0	0	0	1269,996	2506,972	666,002	0	0	0
27	51-00856	0	0	0	0	1179,976	0	0	0	1139,922	0	0	0	1269,996	2506,972	666,002	0	0	0
28	51-008692014	0	200	4117,938	0	2956	0	0	521,99	320	400	1780	0	0	0	4455	750	400	0
29	51-00869	0	200	4117,938	0	2956	0	0	521,99	320	400	1780	0	0	0	4455	750	400	0
30	51-00869	0	0	0	0	0	0	0	521,99	320	200	0	0	0	0	4455	750	400	0
31	51-47504	0	200	4117,938	0	300	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0

St + Alt Total Lista Standard - Alternativo **St + Alt Semanal** semanal 2014 Folha1

ANEXO T: Análise de Pareto aos códigos de folha preparada standard, segundo os critérios de rotação e consumo.

Excel interface showing the 'Análise ABC Códigos Criados_V2 - Excel' spreadsheet. The spreadsheet displays a list of items (Códigos Criados) and their associated data (Descrição F PREP, Column1, %artigo, Nº Ordens/Mês, % Ordens, % Ordens Acumulad, Nº Folhas/Mês, % Folha, etc.). The data is sorted by % Ordens (descending), showing a Pareto analysis. The spreadsheet includes a formula bar and a status bar at the bottom.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	R	S
	Códigos Criados	Descrição F PREP	Column1	%artigo	Nº Ordens/Mês	% Ordens	% Ordens Acumulad	Nº Folhas/Mês	% Folha									
2	51-50214	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC WC HB 367	1	1,52%	25	10,13%	10,13%	76 484	13,2%	A								
3	51-33938	F.PREP BD-AE 52x195 EC WC	2	3,03%	23	9,30%	19,43%	75 891	26,2%	A								
4	51-48012	F.PREP BD-AE 65x300 IC GD EC WC (15 CRP)	3	4,55%	17	6,67%	26,10%	40 048	33,1%	A								
5	51-47987	F.PREP BD-AE 65x300 EC WC (15 CRP)	4	6,06%	16	6,47%	32,56%	61 971	43,8%	A								
6	51-43554	F.PREP BD-AE 65x195 EC WC (NEW SPEC 0,18)	5	7,58%	12	4,85%	37,41%	17 547	46,8%	A								
7	51-47223	F.PREP BD-AE 52x195 IC GD EC WC (NEW GD)	6	9,09%	10	4,01%	41,43%	11 368	48,8%	A								
8	51-33666	F.PREP BD-AE 52x132 EC WC	7	10,61%	8	3,32%	44,75%	18 154	51,9%	A								
9	51-29078	F.PREP LI-LD 190 EC WC SL DAN CAKE	8	12,12%	8	3,23%	47,98%	40 620	58,9%	A								
10	51-33941	F.PREP BD-AE 57x207 EC WC	9	13,64%	7	2,97%	50,95%	13 864	61,3%	A								
11	51-00882	F.PREP BD-RC 180x120x274 EC WC	10	15,15%	6	2,48%	53,44%	5 487	62,2%	A								
12	51-50215	F.PREP BD-AE 49x151 2xIC GD EC WC HB 367	11	16,67%	6	2,42%	55,86%	18 767	65,4%	A								
13	51-29079	F.PREP BD-CY 190x65 EC WC 1E DAN CAKE	12	18,18%	6	2,37%	58,23%	42 065	72,7%	A								
14	51-54709	F.PREP BD-TC 286x300 SR IC PG EC WC 0,30	13	19,70%	5	2,08%	60,31%	11 980	74,7%	A								
15	51-00869	F.PREP BD-TL 188 EC WC 0,23	14	21,21%	5	1,88%	62,18%	4 177	75,5%	B								
16	51-43553	F.PREP BD-AE 65x157 EC WC (NEW SPEC 0,18)	15	22,73%	4	1,73%	63,91%	5 313	76,4%	B								
17	51-49527	F.PREP BD-CY 99x118 EC WC (COIL 950)	16	24,24%	4	1,73%	65,65%	2 579	76,8%	B								
18	51-31958	F.PREP BD-TL 188 IC PG EC WC 0,23	17	25,76%	4	1,67%	67,32%	4 635	77,6%	B								
19	51-47222	F.PREP BD-AE 52x161 IC GD EC WC (NEW GD)	18	27,27%	4	1,62%	68,94%	6 303	78,7%	B								
20	51-33939	F.PREP BD-AE 52x195 EC CL	19	28,79%	4	1,59%	70,53%	10 920	80,6%	B								
21	51-46666	F.PREP BD-AE 52x161 EC CL	20	30,30%	4	1,50%	72,03%	8 571	82,0%	B								
22	51-49530	F.PREP BD-CY 99x118 EC CL (COIL 950)	21	31,82%	4	1,47%	73,50%	3 767	82,7%	B								
23	51-22842	F.PREP BD-CY 106 EC WC	22	33,33%	3	1,39%	74,88%	2 627	83,1%	B								
24	51-42224	F.PREP BD-TC 286x370 SR IC PG EC WC 0,30	23	34,85%	3	1,39%	76,27%	10 453	84,9%	B								
25	51-33652	F.PREP BD-AE 52x105 EC WC	24	36,36%	3	1,33%	77,60%	4 320	85,7%	B								
26	51-33582	F.PREP BD-CY 108 IC PG EC WC	25	37,88%	3	1,24%	78,84%	1 450	85,9%	B								
27	51-52868	F.PREP BD-RC 114x159x105/138/186 EC WC	26	39,39%	3	1,21%	80,05%	5 119	86,8%	B								
28	51-43555	F.PREP BD-AE 65x240 EC WC (NEW SPEC 0,18)	27	40,91%	3	1,15%	81,21%	10 239	88,6%	B								
29	51-33664	F.PREP BD-AE 52x105 EC CL	28	42,42%	3	1,13%	82,33%	2 237	89,0%	B								
30	51-50216	F.PREP BD-AE 49x185 2xIC GD EC WC HB 367	29	43,94%	3	1,13%	83,46%	10 033	90,7%	B								
31	51-47480	F.PREP BD-AE 52x105 IC GD EC WC (NEW GD)	30	45,45%	3	1,04%	84,50%	4 091	91,4%	B								
32	51-47485	F.PREP BD-AE 49x119 2xIC GD EC CL (NEW GD)	31	46,97%	3	1,01%	85,51%	10 068	93,1%	B								
33	51-49466	F.PREP BD-CY 99x118 IC PG EC WC (COIL 950)	32	48,48%	2	0,95%	86,46%	1 218	93,3%	B								
34	51-00833	F.PREP LI-LD 286 P IC PG EC WC	33	50,00%	2	0,95%	87,41%	6 504	94,5%	C								
35	51-47135	F.PREP BD-CY 153x181 IC PG EC WC	34	51,52%	2	0,84%	88,25%	869	94,6%	C								